

На правах рукописи

ЛЕВЧЕНКО ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

УСТОЙЧИВОСТЬ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ  
К ВОЗБУДИТЕЛЯМ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ В КРАСНОДАРСКОМ  
КРАЕ И СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА  
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –  
доктор сельскохозяйственных наук  
Аблова И.Б.

Краснодар - 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЁРДОЙ ГОЛОВНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ (обзор литературы).....	10
1.1 Распространение и вредоносность возбудителей твёрдой головни пшеницы .....	10
1.2 Биологические особенности <i>Tilletia caries</i> (DC.) Tul., <i>T. levis</i> Kühn., симптомы болезни, источники инфекции .....	19
1.3 Состояние исследований и возможности селекции пшеницы на устойчивость к твёрдой головне .....	24
1.3.1 Методы создания искусственных инфекционных фонов.....	24
1.3.2 Полиморфизм пшеницы по устойчивости к твёрдой головне...	26
1.3.3 Сравнительная характеристика пшеницы мягкой, твёрдой и тритикале по устойчивости к твёрдой головне.....	29
1.3.4 Разнообразие генов устойчивости к твёрдой головне .....	31
1.3.5 Наследование устойчивости к твёрдой головне.....	33
1.3.6 Методы селекции сортов, устойчивых к твёрдой головне.....	38
1.4 Селекция на устойчивость к твёрдой головне – важное направление.....	42
1.5 Агротехнические приемы, способствующие снижению развития твёрдой головни.....	47
1.6. Эффективность фунгицидов в борьбе с твёрдой головнёй.....	48
2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	55
2.1 Почвенно-климатические условия проведения опытов.....	55
2.2 Материал и методика проведения экспериментов.....	60
2.3 Характеристика исходного материала,	

использованного в экспериментах.....	62
<b>3 РАСПРОСТРАНЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И ВРЕДНОСНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ .....</b>	<b>66</b>
3.1 Распространение возбудителей твёрдой головни в агроценозах и на семенах зерновых колосовых культур .....	66
3.2 Влияние некоторых агротехнических приемов на степень поражения твёрдой головнёй.....	72
<b>4 ПОЛИМОРФИЗМ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ.....</b>	<b>74</b>
4.1 Дифференциация образцов мирового генофонда пшеницы по устойчивости к твёрдой головне.....	74
4.2 Скрининг сортов пшеницы мягкой озимой ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» по устойчивости к твёрдой головне.....	82
4.3 Идентификация селекционных линий пшеницы озимой по устойчивости к твёрдой головне.....	98
4.4 Сравнительное изучение резистентности зерновых культур по степени поражения твёрдой головнёй.....	112
4.5 Сопряженность устойчивости пшеницы к твёрдой головне с биологическими свойствами и морфологическими признаками.....	114
<b>5 СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>119</b>
5.1 Наследование устойчивости к твёрдой головне у гибридов F <sub>1</sub> .....	119
5.2 Формообразовательный процесс в гибридных популяциях F <sub>2</sub> .....	129
5.3 Характеристика нового исходного материала для селекции на устойчивость к возбудителям твёрдой головни.....	141

6 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЁРДОЙ ГОЛОВНЕ В НЦЗ ИМ. П.П. ЛУКЪЯНЕНКО.....	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	185
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ .....	188
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	189
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	213

## ВВЕДЕНИЕ

Твёрдая головня, вызываемая грибами из рода *Tilletia*, распространена по всему миру, где выращивается пшеница, и является серьезной проблемой для производства этой культуры. Это - одна из самых вредоносных болезней зерновых колосовых культур, которая полностью разрушает зерновки, превращая их в чёрную плотную массу спор. Общий недобор урожая от твёрдой головни представляет собой сумму трех слагаемых: больные колосья; растения, погибшие во время вегетации; снижение урожая от угнетающего действия мицелия на внешне здоровые растения. Кроме того, при поражении посевов полностью теряются посевные свойства семян и продовольственные качества зерна из-за заsporения и приобретения резкого селедочного запаха от триметиламина.

Головнёвые заболевания зерновых культур известны с глубокой древности, изучаются уже в течение 150 лет. Более 70 лет назад эпифитотии головни могли практически полностью уничтожить урожай зерновых. С введением фунгицидов, особенно системных протравителей, распространенность головнёвых грибов и потери урожая, вызываемые ими, значительно снизились. Так, в 2016 году в Российской Федерации головнёвые заболевания на озимых зерновых культурах были распространены на 12,54 тыс. га или на 0,09% общей посевной площади. Отмечалось поражение твёрдой головнёй пшеницы на 8,5 тыс. га, что составляет 0,06% от общей посевной площади озимой пшеницы. На яровых зерновых культурах головнёвые болезни были выявлены на 138,7 тыс. га (0,65% от общей посевной площади), твёрдая головня пшеницы при этом была выявлена на 4,24 тыс. га или на 0,03% посевной площади яровой пшеницы в стране (Обзор, 2017).

В настоящее время наиболее распространенным методом борьбы с семенной инфекцией является химическое протравливание. Но, по мнению многих исследователей, борьба с твёрдой головнёй должна быть комплексной и включать, помимо химических, агротехнические и биологические методы. Для

защиты пшеницы от твёрдой головни в системе противоголовневых мероприятий важное значение имеет создание и возделывание устойчивых сортов (Шпаар и др., 2003).

Ключевой проблемой селекции на устойчивость к твёрдой головне является наличие недостаточного количества генетически разнообразных доноров и источников. В связи с этим необходимо особое внимание уделять поиску гендоноров устойчивости, проводить комплексное изучение генофонда и использовать генетическое разнообразие в селекционных программах.

Ранее в литературе были представлены данные о наличии 16 генов устойчивости к возбудителям твёрдой головни пшеницы и составлен перечень сортов, обладающих генами резистентности (Кривченко, 1988). Позже идентифицировали ещё 11 генов устойчивости, 6 из них выявлено украинскими исследователями и 5 – исследователями из СИММУТ (Мартынов и др., 2004).

Потенциальной угрозой селекции на устойчивость к твёрдой головне является то, что в настоящее время во всем мире широко используется малое количество доноров. Узкая генетическая основа резистентности может оказаться слишком уязвимой для основных возбудителей болезни.

Исследования, направленные на поиск и создание нового исходного материала для селекции высокопродуктивных сортов пшеницы и тритикале, обладающих устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, оптимизацию фитосанитарной обстановки в агрофитоценозах, являются актуальными.

**Цель работы:** изучить устойчивость пшеницы и тритикале к возбудителям твёрдой головни и создать новый исходный материал для селекции. **Задачи исследований:**

- провести мониторинг распространенности твёрдой головни озимой пшеницы в Краснодарском крае и уточнить видовой состав возбудителей заболевания;

- изучить резистентность зерновых колосовых культур (пшеницы мягкой озимой, пшеницы твёрдой озимой, тритикале озимой) к твёрдой головне на искусственном инфекционном фоне;
- выявить полиморфизм мирового генофонда пшеницы и тритикале по устойчивости к твёрдой головне;
- провести скрининг селекционных линий по устойчивости к твёрдой головне при искусственной инокуляции;
- установить сопряженность резистентности к твёрдой головне с морфологическими характеристиками, биологическими свойствами, хозяйственно ценными признаками, устойчивостью к различным фитопатогенам;
- определить тип наследования устойчивости озимой пшеницы к твёрдой головне у гибридов  $F_1$  и  $F_2$ ;
- создать новые доноры устойчивости к твёрдой головне;
- создать новые высокопродуктивные сорта пшеницы, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессорам.

#### **Научная новизна исследований:**

- уточнён видовой состав грибов рода *Tilletia* на пшенице и тритикале в Краснодарском крае, выделено 2 основных вида: *Tilletia levis* Kühn и *Tilletia caries* (DC) Tul., с преобладанием *T. caries*;
- установлены отличия устойчивости пшеницы мягкой, твёрдой и тритикале к возбудителям твёрдой головни;
- проведено тестирование сортов, коллекционных образцов и селекционных линий пшеницы и тритикале на устойчивость к твёрдой головне при искусственной инокуляции;
- значительно расширен сортимент источников и доноров устойчивости к болезни;
- исследован генетический контроль устойчивости пшеницы к возбудителям твёрдой головни;

- созданы новые доноры устойчивости к твёрдой головне, обладающие комплексом хозяйственно полезных признаков;

- созданы в соавторстве 9 сортов пшеницы и тритикале, 6 из которых внесены в Госреестр РФ и допущены к использованию в производстве, остальные проходят Государственное сортоиспытание.

**Практическая значимость.** Охарактеризованы по устойчивости к твёрдой головне и другим болезням сорта пшеницы и тритикале. Для сортов, склонных к сильному поражению, разработаны фитопатологические запреты при посеве в поздние сроки в южно-предгорной и западно-дельтовой почвенно-климатических зонах Краснодарского края. Рекомендованы для включения в селекционные программы устойчивые к болезни сорта, селекционные линии, коллекционные образцы различного географического и генетического происхождения, а также созданные новые доноры резистентности. В соавторстве создано 9 сортов пшеницы и тритикале.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- полиморфизм мирового генофонда пшеницы по устойчивости к возбудителям твёрдой головни;

- дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы краснодарской селекции по устойчивости к болезни;

- генетический контроль устойчивости пшеницы к твёрдой головне;

- характеристика сортов пшеницы и тритикале с высокой степенью самозащиты

**Апробация работы.** Основные положения диссертации ежегодно докладывались на научно-методических советах ФГБНУ «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко» в 2007-2017 гг., на региональных (VI, VII), всероссийских (I, II, III, IV, V, VI, VII) и международных научно-практических конференций молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2004-2013, 2017 гг.), IV, V, VI Международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов» (Краснодар, КубГАУ, 2007, 2011, 2013 гг.),



Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И.Вавилова (ВНИИФ, Большие Вяземы Московской области, 2012 г.), VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ВНИИБЗР «Биологическая защита растений, основа стабилизации агроэкосистем» (Краснодар, 2010 г.) и др.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликована 21 работа, в том числе журналах, рекомендованных ВАК РФ – две. Получены авторские свидетельства на сорта озимой пшеницы Круча, Анка, Доля, Адель, Уруп, Одари, на сорт яровой тритикале Ярик.

**Объём и структура диссертации.** Диссертация изложена на 188 страницах машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений селекции и производству, приложений. Работа иллюстрирована 42 рисунками, 70 таблицами в тексте, 3 таблицами в приложении. Список литературы включает 213 источников, в том числе 61 иностранных авторов.

**Личный вклад автора.** Заключается в выполнении основного объёма теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе; анализе и оформлении результатов исследований в виде публикаций и научных докладов; создании доноров устойчивости к возбудителям твёрдой головни, апробации экспериментальных данных, статистической обработке результатов исследований.

# 1. СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЁРДОЙ ГОЛОВНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ (обзор литературы)

## 1.1. Распространение и вредоносность возбудителей твёрдой головни пшеницы

Головнёвые грибы, относящиеся к классу базидиомицетов, прошли большой путь эволюции, и их паразитизм достиг высокого совершенства. Возбудители могут долго развиваться на вегетирующем растении, сохраняться в семени, и лишь во взрослом состоянии, чаще всего на его генеративных органах, проявляются внешне разрушительные признаки головни (Etel, 1963).

Ещё в XVIII в. человек умел распознавать различные головнёвые болезни. Такие наблюдения говорят о том, что головня пшеницы, особенно твёрдая, тесно связана с историческим развитием фитопатологии.

Твёрдая головня временами сильно лимитировала производство пшеницы в различных зонах земного шара (Пшеница и её улучшение, 1970).

Gaines E.F. был пионером изучения устойчивости пшеницы к твёрдой головне на Тихоокеанском северо-западе, где эта болезнь вызывала крупные потери урожая (Gaines, 1920, 1923)

В настоящее время достигнуты значительные успехи в познании биологии заболевания и борьбе с ним. Но, тем не менее, твёрдая головня пшеницы остается одним из наиболее вредоносных заболеваний.

Твёрдая головня, вызываемая грибами из рода *Tilletia*, является распространённым заболеванием пшеницы во всех регионах возделывания культуры. Она является одной из самых разрушительных болезней пшеницы (Borgen, 2004; Галаев, 2006; Дубинина, 2007).

Mamluk (1998) отмечает, что головня пшеницы является вредоносным заболеванием зерновых в большинстве стран северной Африки и Ближнего

Востока. Наиболее распространенным возбудителем головни в странах этого региона является – *Tilletia levis* Kühn.

Huber K. и Buerstmaer H. (2006) также отмечают широкое распространение заболевания по всему миру. Твёрдая и карликовая головня пшеницы, вызываемая *Tilletia caries* (DC). Tul. и *Tilletia controversa* Kühn – являются главными болезнями семян и передающиеся почвой в Австрии. Поражение *T. caries* происходит на всей территории Австрии, тогда как распространение карликовой головни ограничено более северными областями.

В странах Северной Африки и Центральной Азии твёрдая головня по вредоносности находится на втором месте после ржавчины, она уносит 5-7% урожая. В этих странах лишь 40% семян подвергается химической обработке (Hoffman, 1982).

Župunski et. al. (2012) по результатам анализа 151 образца сертифицированных и коммерческих сортов в Сербии показали, что 129 из них были заражены видами *Tilletia*. Преобладающим видом был *T. caries*, который определен в 127 образцах.

Zhang (2012) сообщает о твёрдой головне, как об одной из самых важных и разрушительных болезней пшеницы во всем мире, являющейся карантинным заболеванием в Китае.

По данным исследований И.В. Каратыгина (1986) в России и странах бывшего СССР *T. caries* распространена в Северо-Западном регионе, Нечерноземной зоне, Белоруссии, западных областях Украины, Урале, Северном Казахстане, Сибири и Дальнем Востоке; *T. levis* – в южных районах (Ростовская, Астраханская, Волгоградская области, Краснодарский край, Закавказье, Средняя Азия, Сибирь, восточные области Украины). В лесостепной части Украины и Центрально-Черноземном районе оба вида встречаются совместно. Области распространения *T. caries* и *T. levis* весьма стабильны и неоднократные заносы возбудителей в несвойственные им зоны не приводили к обширному и длительному их развитию.

По данным Л.А. Дубининой и др. (2007), твёрдая головня озимой пшеницы остаётся актуальной проблемой на полях Украины уже более 30 лет. Возделываемые в производстве сорта восприимчивы к патогену и в случае эпифитотии, без химической защиты, могут снизить урожай от 50 до 100%.

По данным М. Койшыбаева (2000), в начале 2000-х годов увеличивались площади распространения и степень поражения посевов озимой пшеницы твёрдой головнёй в Казахстане. Так, в 1997 году в южном, юго-восточном и восточном регионах республики посевы были поражены до 38%, что привело к потере трети урожая пшеницы.

А.Я. Семёнова (1984) отмечает, что в период 1968...1972 гг. обильное поражение твёрдой головнёй яровой пшеницы отмечалось в Свердловской, Курской, Пермской, Кемеровской и Тюменской областях. Незначительно проявление было во Владимирской, Ивановской, Псковской, Оренбургской областях, Чувашской и Калмыцкой АССР.

В 2006 г. Лаптиев А.Б. и др. отмечали важность проблемы борьбы с семенной инфекцией, в составе которой в условиях Центрального Черноземья особое место занимают возбудители головнёвых заболеваний.

До 1966 г. твёрдой головнёй поражались незначительные площади посевов озимой пшеницы, в основном в предгорной зоне Краснодарского края.

В 1990-х годах в России отмечалось расширение ареала твёрдой головни во многих регионах. Так, отмечали распространение возбудителя в Белгородской области, в Нижнем Поволжье и в Краснодарском крае. В 1997 и 1998 гг. ареал распространения головни существенно расширился. Она появилась в хозяйствах северной, центральной и восточной зон, о чем свидетельствуют результаты анализа заспоренности семенного материала (Монастырная, Пикушова и др., 1998; Монастырная и др., 1999; Красавина, 2001; Шкаликов, 2002).

В настоящее время твёрдая головня распространена на небольших площадях посевов пшеницы на северо-западе европейской части страны, в Нечернозёмной зоне, Белоруссии, западных областях Украины, на Урале, в

Казахстане, Сибири и Дальнем Востоке. Заболевание приурочено к зонам с влажным умеренно тёплым и умеренно холодным климатом. За последние годы недобор урожая озимой пшеницы от твёрдой головки сократился с 3,4 до 1,35%, яровой с 3,45 до 0,42% (Горденко, 2013; Тимошенкова, 2013).

Специалисты по защите растений ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» проводят обследование полей в разных регионах России на предмет поражения наиболее вредоносными болезнями. Их данные свидетельствуют о наметившейся тенденции снижения заражения семян озимой пшеницы спорами твёрдой головки. Так, по результатам, фитоэкспертизы семенного материала в 2001 г. установлено, что из проанализированных 54,3 тыс. тонн семян было заражено 24,3 тыс. тонн, что составляет 45,0%. В 2004...2005 гг. количество заспоренных семян сократилось до 27,5 и 28,2% соответственно. В 2008 году количество семян, зараженных спорами твёрдой головки, 16,8% (Аблова и др., 2010).

Доля головнёвых заболеваний в комплексе болезней колоса минимальна, но, вместе с тем, занимает до нескольких десятков тысяч гектаров ежегодно (рисунок 1) (Обзор, 2017).



Рисунок 1 – Площади поражения болезнями колоса посевов озимых зерновых культур в Российской Федерации в 2014-2016 гг. (ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр»)

В 2014 году в Российской Федерации головнёвые заболевания на озимых зерновых культурах были выявлены на 33,51 тыс. га. На яровых зерновых головнёвые отмечались на 137,85 тыс. га.

В 2015 году на озимых зерновых они были распространены на 12,2 тыс. га. Площадь поражения пшеницы варьировала от 0,035 до 2,9 тыс. га. Максимальная площадь поражения и распространения наблюдались в республике Мордовия. Минимальное распространение возбудитель получил в Краснодарском крае – 0,001% (таблица 1).

Таблица 1 – Распространение твёрдой головни на пшенице в Российской Федерации в 2015 году (Обзор, 2015)

Регион РФ	Площадь поражения, тыс. га	Распространение, %
Владимирская обл.	0,13	0,08
Брянская обл.	0,05	0,5
Ивановская обл.	0,24	0,7
Рязанская обл.	0,72	1,0
Смоленская обл.	0,09	0,02
Нижегородская обл.	0,12	0,02
Ульяновская обл.	0,2	1,0
Саратовская обл.	0,3	0,08
Свердловская обл.	2,15	0,1
Курганская обл.	0,5	1,3
Краснодарский край	0,3	0,001
Кабардино-Балкарская респ.	0,15	0,1
Карачаево-Черкесская респ.	0,2	0,01
Респ. Мордовия	2,9	1,2
Респ. Татарстан	1,2	0,01
Респ. Чувашия	0,035	0,1

На яровых зерновых культурах в 2015 году головнёвые болезни были выявлены на 88,73 тыс. га, из них твёрдая головня пшеницы – на 5,76 тыс. га. В 2016 году распространение головнёвых заболеваний на озимых зерновых достигло 12,54 тыс. га. Площадь поражения яровых составила 138,7 тыс. га.

В 2014-2016 годах в Южном Федеральном округе головнёвые болезни на озимых и яровых зерновых культурах выявлялись на площади 18,32 тыс. га, 1,57 тыс. га и 3 тыс. га соответственно. Твёрдая головня озимой пшеницы регистрировалась в Республике Адыгея и Краснодарском крае (Обзор, 2015 г., 2016 г., 2017 г.)

Было проведено сравнение площадей поражения в яровом и озимом посевах зерновых колосовых. Анализ показал, что доля головнёвых болезней в яровом клину значительно выше, чем в озимом (рисунок 2.)



Рисунок 2 – Площади поражения головнёвыми заболеваниями посевов озимых и яровых зерновых культур в Российской Федерации в 2014-2016 гг. (ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр»)

Наиболее вероятными причинами широкого присутствия возбудителя твёрдой головни является пренебрежительное отношение к протравливанию посевного материала. Учитывая специфичность развития болезни, возможность

воздействовать на возбудителя химическим способом представляется только один раз за весь цикл возделывания культуры. Этот факт обуславливает необходимость тщательного подбора и применения препарата.

Твёрдая головня относится к наиболее вредоносным заболеваниям, так как при высоком поражении посевов не только резко снижается урожай, но и полностью теряются продовольственные качества зерна из-за его заsporения и приобретения им резкого запаха от триметиламина (Монастырная, Остапенко, 1999; Павлова, Кожуховская, 1999; Шкаликов, 2002; Монастырная, Лукашина, 2004).

Вредоносность твёрдой головни заключается не только в образовании споровой массы вместо зерна, но и гибели значительной части растений в период вегетации, особенно на поздних посевах озимой пшеницы. У зараженных растений снижается зимостойкость и засухоустойчивость. Кроме того, на борьбу с возбудителем болезни растения затрачивают много энергии, что отражается на их продуктивности и проявляется в недоборе 10-15% урожая (Пересыпкин, 1991; Тютерев, 2000; Veisz, 1997).

Во время обмолота сорусы разрушаются, телиоспоры попадают на поверхность здорового зерна, в солому, частично на поверхность почвы, инфекция накапливается на уборочных и зерносортировочных машинах, транспортных средствах, таре (рисунок 3) (<http://agroflora.ru>).

Головня хлебных злаков имеет высокий потенциал размножения, её развитие легко может приблизиться к эпифитотийному, поэтому в ряде регионов наблюдается поражение посевов на значительных площадях. Инфекция накапливается несколько лет и при благоприятных условиях достигает угрожающего развития, потери при этом могут составлять свыше 60%, ухудшаются и качественные характеристики зерна (Meiners, 1955).





Рисунок 3 – Облако телиоспор после комбайна (по <http://agroflora.ru>)

Зараженное зерно вредно для здоровья людей и животных, так как, попадая в пищу человека или корм скота, вызывают распад эритроцитов и поражают паренхиматозные ткани печени и почек (Кривченко, 1984; Пересыпкин, 1989; Койшибаев, 2000; Бегунов, 2005).

Вред головнёвых болезней обусловлен как открытым недобором урожая в результате образования споровой массы вместо зерна в колосе, так и скрытым недобором урожая в результате разреживания посевов вследствие отмирания заражённых растений. Скрытые недоборы урожая обуславливаются тем, что масса надземной части стеблей часто снижается на 30...40%, размеры стебля и колоса уменьшаются на 15...20% по сравнению с неинфицированными растениями; в колосе формируется на 10...15% меньше зерен, понижается масса 1000 зерен. Скрытые недоборы урожая иногда в два-четыре раза превосходят открытые недоборы в результате образования черной споровой массы вместо зерна в колосе пораженных растений. Из-за сильного поражения недобор урожая может составлять 15...20% и более (Мурашкинский, 1925; Каратыгин, 1986; Пересыпкин, 1991).

При учёте потерь урожая от головнёвых заболеваний рекомендуется учитывать, что их полная вредоносность складывается из явных и скрытых потерь. Скрытые потери оценивают по шкале, представленной в таблице 2.

Суммарная оценка явных и скрытых потерь при поражении головнёй до 1,25% стеблей в посеве может быть проведена по формуле:  $y=20x-8x^2$ .

При более высоком проценте поражения применяют формулу:  $y=11,3+0,8x$ , где  $y$  – общий недобор урожая (%);  $x$  – распространённость головни в посеве (%).

Размеры скрытых потерь урожая от головни варьируют в зависимости от почвенно-климатических условий, сортов и возбудителей болезней. Количество потери от твёрдой головни у озимых пшеницы выше, чем у яровых.

Таблица 2 – Шкала определения скрытых потерь урожая озимой пшеницы от головнёвых заболеваний

Распространённость болезни, %	Потери урожая, ц с 1 га
0,05	1,0
0,1	1,9
0,3	5,3
0,5	8,0
0,7	10,5
1,0	12,0
1,5	12,7
3,0	13,8
10,0	19,2

Всесоюзным институтом защиты растений установлено, что при поражении 0,23% колосьев яровой пшеницы твёрдой головнёй фактически потеряно 3,03% урожая, то есть скрытые потери в 12 раз больше фактических. На озимой пшенице при зараженности этой головнёй 0,17% колосьев скрытые потери зерна составили 3,79%, то есть в 22 раза превысили фактические потери.

Фитопатолог К.Я. Калашников обобщил данные проведённых в 1958 году обследований зерновых колосовых на головню и определил, что в целом по стране было потеряно от этого заболевания более 3 млн. т зерна, из них около 2,4 млн. т. составили скрытые потери (1959).

Это объясняется тем, что в осенне-зимний период вегетации озимая пшеница часто испытывает влияние внешней среды и паразитирование головни в тканях растений еще более ухудшает условия их развития (Чумаков, 1962).

По мнению В.Ф. Пересыпкина (1989) высокие скрытые потери урожая на озимой пшенице, по сравнению с яровой, объясняются более длительным периодом отрицательного воздействия возбудителя головни на растения в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды.

## 1.2 Биологические особенности *Tilletia caries* (DC.) Tul., *T. levis* Kühn., симптомы болезни, источники инфекции

По систематическому положению возбудители твёрдой головни относятся к царству *Mycota*, классу *Basidiomycetes*, подклассу *Teliobasidiomycetidae*, порядку *Ustilaginales*, семейству *Tilletiaceae*, роду *Tilletia*.

Известно 4 возбудителя твёрдой головни: *Tilletia caries* (DC). Tul, *T. levis* Kühn, *T. intermedia* Gassner, *T. triticoides* Savul. Различаются они только по морфологическим признакам (Пересыпкин, 1991).

Грибы-возбудители твёрдой головни различаются между собой только по морфологическим признакам телиоспор (рисунок 5, 6). Хламидоспоры обоих видов сферические или овальные, иногда неправильно вытянутые в длину, темно-коричнево-оливковые. У *T. caries* они имеют сетчатый экзоспор, варьирующий от незначительных мелких петель и полигональной сети до чётких ячеистых образований. У спор *T. levis* оболочка гладкая, без ячеистых структур (Пидопличко, 1953; Пруцков, 1976; Кривченко, 1984; Пересыпкин, 1989; Шелепов и др., 2004).



Рисунок 4 – Телиоспоры *T. levis* (Wilcoxon R.D., 1996)

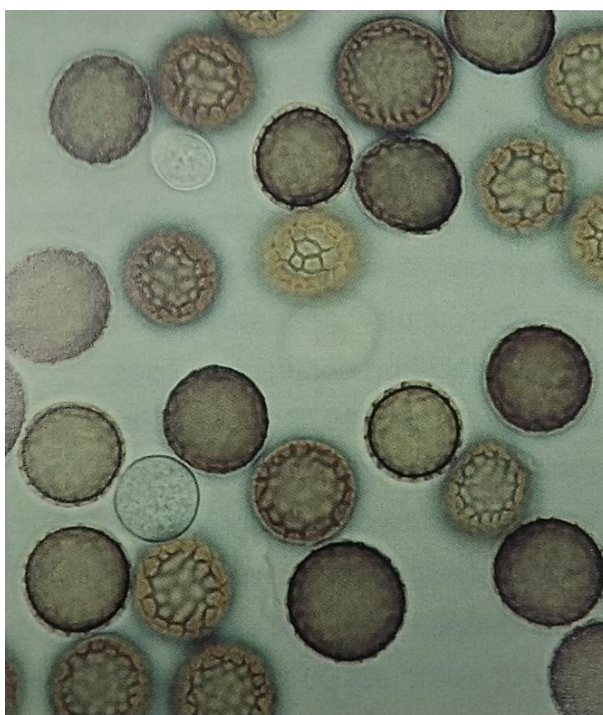


Рисунок 5 – Телиоспоры *T. caries* (Wilcoxon R.D., 1996)

Чёткие признаки болезни проявляются только в начале молочной спелости. Больные колосья несколько сплюснуты, колосковые чешуи раздвинуты (рисунок 6).



Рисунок 6 – Колосья пшеницы, поражённые твёрдой головнёй

При раздавливании колосков вместо «молочка» выделяется серая жидкость с запахом селёдочного рассола (триметиламина). В больном колосе вместо зерновок образуются тёмные сорусы, состоящие из огромного числа телиоспор (Калашников, 1971; Горленко, 1976; Билай, 1988). На рисунке 7 изображены сорусы твёрдой головни.

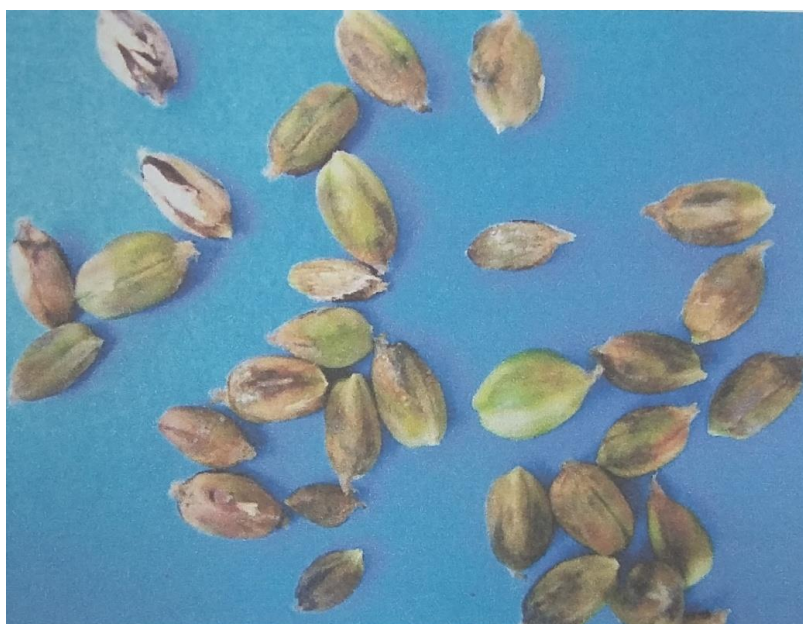


Рисунок 7 – Сорусы твёрдой головни в фазу молочно-восковой спелости

У большинства видов пшеницы патоген вызывает укорачивание колоса, но у *Triticum compactum* и некоторых образцов *T. aestivum* наблюдается обратный эффект. Опушённые колосья часто теряют ворсистость, иногда опадают ости. У некоторых сортов после инокуляции на листьях третьего-четвёртого яруса могут образоваться хлорозы. Иногда встречается частичное поражение колосьев. Поражённые колосья не поникают. При обмолоте головнёвые мешочки (поражённые зерновки) разрушаются, телиоспоры распыляются на здоровые зерна, задерживаясь в бороздках, хохолках (Кривченко, 1984; Шкаликов, 2002).

Растения могут быть поражены головнёй целиком или частично. Признаки болезни заметны только после цветения колосьев. Не все колосья бывают инфицированы в равной мере. На одном растении могут развиваться здоровые, полностью или частично поражённые колосья. Инфицированный стебель, как правило, прямостоячий, оболочка семени матовая. Поражённые колосья тёмно-зелёного цвета и остаются такими дольше здоровых, хотя внешне от них отличаются. К моменту созревания пшеницы колосья приобретают рыхлый «взъерошенный» вид. У большинства видов пшеницы патоген вызывает укорочение колоса (Методическое пособие, Кривченко, Хохлова, 2008).

Цикл развития болезни представлено на рисунке 8.

При обмолоте хламидоспоры твёрдой головни оседают на семенах и вместе с ними попадают в почву. Они прорастают и образуют споридии. Сливаясь, последние формируют инфекционные гифы с апрессориями, с помощью которых грибок внедряется в оболочку колелооптиле. Распространение гриба в тканях идет межклеточно. Примерно через 50 дней мицелий достигает точки роста. Во время дифференциации колоса мицелий проникает во все части цветков, разрушает эмбрионы и продуцирует хламидоспоры, которые образуются терминально на гифах. В начале они бесцветные, затем приобретают свойственный им узор на оболочке и цвет. Масса хламидоспор принимает форму зерна, но несколько больше округлена, отчего колоски

становятся более рыхлыми, цветковые чешуи раздвигаются сильнее (Кривченко, 1984).

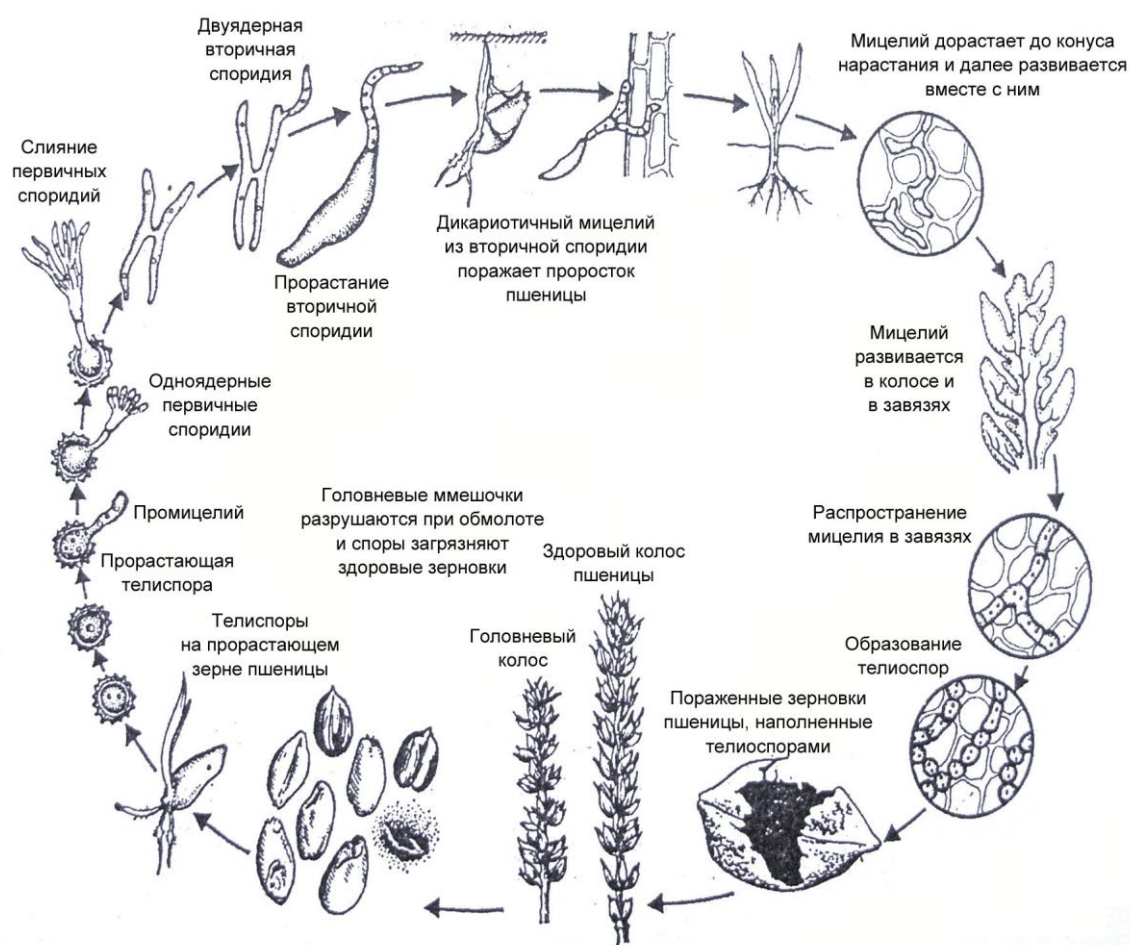


Рисунок 8 – Цикл развития возбудителя твёрдой головни пшеницы (*T. caries*) (по Agrios G.N., 2005)

В естественных условиях *T. caries* обитает на большинстве видов пшениц и, кроме того, отмечена на видах родов *Aegilops*, *Agropyron*, *Amblyopyrum*, *Poa*, *Bromus* и *Secale* (на *Secale cereal* этот вид часто смешивается с *T. secalis*), а также на тритикале. При искусственном заражении *T. caries* способна заражать рожь, а также виды родов *Aegilops*, *Dactylis*, *Lolium*, *Agropyron*, *Hordeum*, *Bromus*, *Festuca* и др. (Fisher, 1936; Ульянищев, 1952; Gassner, Niemann, 1954; Meiners, 1956; Schuhmann, 1966; Dumitrs, 1971, и др.).

Основным источником инфекции являются телиоспоры, попадающие на поверхность здоровых семян. Заражение зерен происходит во время обмолота. При этом поражённые зерна разрушаются, а головнёвая масса рассеивается. Играть роль для заражения могут телиоспоры, попавшие в почву, однако они быстро теряют инфекционность и могут быть опасны только для озимых культур (если предшественником служила яровая пшеница и срок между уборкой и новым посевом не превышает 3-4 недель) (Тютюрев, 2000; Станчева, 2003).

Также источником заражения зерна могут быть тара, машины для посева и другой инвентарь, которые не подвергались предварительному обеззараживанию (Пересыпкин, 1989).

### 1.3 Состояние исследований и возможности селекции пшеницы на устойчивость к твёрдой головне

#### 1.3.1 Методы создания искусственных инфекционных фонов

Для понимания задач инфекционного фона сравнительных испытаний необходимо проанализировать следующие вопросы: 1) предрасположение растений к заражению; 2) инфекционная нагрузка (количество её, жизнеспособность и инфекционность); 3) влияние условий на заражение и последующие этапы инфекционного процесса; 4) элементы искусственности в приёмах и условиях заражения; 5) принципы установления степени устойчивости и восприимчивости (Гешеле, 1978).

Длительное время исследователи многих стран отработывали системы оценки зерновых культур на устойчивость к головневым болезням. При этом главное внимание уделяли разработке методов искусственного заражения семян и колосьев, так как способы инокуляции составляют основу любой системы изучения устойчивости. В зависимости от их сложности и эффективности определяются объём и методы фитопатологических исследований в селекции.



**Выбор участка.** Определяется объёмом и результатами исследовательских работ. Лучший вариант – организация специального инфекционного питомника вдали от производственных посевов сельскохозяйственных культур. При выборе участка нужно учитывать культуру, которая следует в севообороте за инфекционным питомником.

**Влияние температуры почвы и сроков посева на поражение растений.**

Температура почвы в период прорастания зараженных семян имеет решающее значение для развития патологического процесса. Применительно к возбудителям *T. caries* и *T. levis* она изменяется в пределах 5...16°C, оптимальная температура 8...10°C. В зависимости от ее варьирования может изменяться инкубация возбудителя в почве. С повышением температуры почвы усиливается толерантность растений.

**Глубина посева.** Для *T. caries* и *T. levis* необходим длительный период контакта хламидоспор с coleoptile, поэтому заделка семян на глубину 8 см способствует увеличению поражения растений.

**Количество семян и кратность посева.** Вопрос о количестве семян, необходимых для инокуляции и для изучения устойчивости, очень важен для исследований. Чем больше зараженных семян, тем точнее результат. Однако следует помнить, что существует минимальный предел, необходимый для проведения экспериментов по определению устойчивости зерновых культур. Для изучения устойчивости пшеницы к *T. caries* и *T. levis* необходимо инокулировать не менее 100...150 зерен.

**Метод инокуляции пшеницы твёрдой головнёй.** Заключается в сухом заsporении семян хламидоспорами перед посевом. Существует ряд модификаций этого способа, основанных на величине инфекционной нагрузки. Heald F.D. (1921) считал оптимальной 0,5 г хламидоспор на 100 г семян. К.Е. Мурашкинский (1932) – 2% спор от массы зерна.

В 20-х годах М.З. Анпилогов (1958), Т.Д. Страхов (1923) и А.И. Борггардт (1961), рекомендовали при испытании на устойчивость к головне использовать 1 г спор на 100 г семян.

Согласно методике, разработанной Российским фитопатологическим обществом (Кривченко, Хохлова, 2008), заражение семян пшеницы твёрдой головнёй проводят перед посевом путём опыливания сухих семян инфекционным материалом из расчёта 2-4 г всхожих спор на 1 кг семян. Также, согласно методике, рекомендуется сорта мягкой пшеницы инокулировать спорами, собранными только с районированных сортов этого вида. Сорта твёрдой пшеницы заражают возбудителем, специализированным к виду *T. durum* L.

### 1.3.2 Полиморфизм пшеницы по устойчивости к твёрдой головне

Не смотря на эффективность и доступность химического метода борьбы с головнёвой инфекцией, во всем мире понимают важность генетической защиты от возбудителей головнёвых заболеваний. В разных странах ученые занимаются поиском источников и доноров устойчивости, и исследованием различных нехимических способов сдерживания болезней, вызываемых головнёвыми грибами (Коновалов, 1999).

В 1989 и 1993 гг. D. A. Gaudet и V. J. Puchalski проводили оценку канадской яровой пшеницы и тритикале на устойчивость к комплексу рас твёрдой головни (*T. caries* и *T. levis*). Сорта тритикале и твёрдой пшеницы ими были обозначены как иммунные или высоко устойчивые. Среди сортов твердозёрной краснозерной яровой пшеницы сорт Columbus был наиболее устойчивым. Менее резистентными выделены Katerwa, Leader и Lancer. Сорта Neerawa, Park и Marquis отмечены как среднеустойчивые.

Bartoś, P. и др. (2002) изучили и идентифицировали расы возбудителя твёрдой головни из Чехии и десяти других стран. Выявлены два устойчивых шведских сорта (Tjelvar и Stava), которые были вовлечены в скрещивания с чешскими сортами. В результате получены устойчивые короткостебельные линии более раннеспелые с улучшенными хлебопекарными качествами, чем у

Tjelvar. Устойчивость сорта Tjelvar была унаследована от PI 178383 с генами Vt-8, Vt-9 и Vt-10.

V. Dumalasova и P. Bartos в 2005, 2006 и 2007 гг. испытывали девятнадцать, восемь и девять сортов яровой пшеницы, соответственно, в полевых условиях на устойчивость к твёрдой головне после инокуляции телиоспорами. Степень поражения варьировала от 0 до 38,7%. Лучшими за три года были сорта Linda, Saxana, Leguan и Zuzana.

Также в результате исследований высокую устойчивость к смеси семи рас твёрдой головни в Чехии проявили сорта Globus и Bill. Эти сорта отмечались как практически устойчивые (степень поражения 4,1 и 10,6% соответственно). Из недавно зарегистрированных сортов Nikol отнесли к среднеустойчивым (26,9%). Из 17 испытываемых сортов тритикале все оказались устойчивыми. Степень поражения образцов твердой пшеницы также была невысокой (Chrpoва, 2012; Dumalasova, 2007, 2010).

В Литовском Институте Сельского хозяйства в 2000–2007 гг., используя обычные и биотехнологические методы, были выведены сорта «Kovas DS» и «Vikaras DS», проявляющие среднюю восприимчивость к твердой головне (степень поражения 32,1% и 32,4% соответственно) (Liatukas, 2012).

В 2006–2007 гг. V. Ruzgas и Ž. Liatukas было проведено изучение около 200 линий озимой пшеницы литовской селекции при искусственном заражении твёрдой головнёй. Большинство линий проявили высокую восприимчивость. Наиболее резистентными были линии, имеющие в генеалогии следующие источники устойчивости: Bill, Lut.9329, Strumok, Lut.9313, Lut.9358, Tommi, Dream, Haldor, 91002G2.1, 96/101 и Bezenchiukskaya 380.

В Германии в полевых условиях в 2002-2004 гг. было изучено 30 сортов озимой пшеницы на устойчивость к твердой/карликовой головне. При этом были выявлены сорта/линии Stava, Tambor, Magnifik, SW 51136, Tommi, Tarso, Tataros, Jakobi, Korund, Pegassos, Toronto и Cardos устойчивыми/частичноустойчивыми к *T. caries* и/или *T. controversa*.

Majewski J. (2011) указывает на отсутствие достаточной устойчивости большинства австралийских сортов пшеницы к твёрдой головне. Из испытанных 40 Blade, Wyalkatchem, Tammarin Rock, EGA Eagle Rock и Fortune были умеренно устойчивыми.

Zafer Mert с соавторами (2016) в результате изучения пшеницы в Турции определили как резистентные (с поражением до 10%) к возбудителям твёрдой головни сорта Atay-85, Cetinel 2000, Karahan 99, Ekiz, Kirac 66, Zencirci-2002, Yayla 305, Posuk 2800, Sonmez 2001 и Suzen 97. Указывают, что большинство из 130 изученных ими сортов были определены, как восприимчивые (с поражением 41...100%).

Almuth Elgise Müllner и Hermann Buerstmayr (2016) отмечают появление в течение последних двух десятилетий твёрдой головни на пшенице по всей Европе, а также отсутствие устойчивых сортов. Создают резистентные к головне сорта с помощью генотипирования SNP-маркёрами.

В России и республиках бывшего СССР проводится большая работа по оценке местного селекционного материала и образцов мировой коллекции на искусственных инфекционных фонах по устойчивости к возбудителям твёрдой головни.

В лаборатории селекции яровой пшеницы Ульяновского НИИСХ длительное время ведётся селекционная работа, направленная на повышение устойчивости к головнёвым заболеваниям. Для этого селекционный материал изучается на естественном и инфекционном фонах. В результате в последние годы созданы сорта, обладающие высокой устойчивостью к пыльной и твёрдой головне. Исследования по изучению степени поражения твёрдой головнёй на инфекционном фоне показали, что сорта Симбирцит, Экада 70, Маргарита и Землячка являются устойчивыми, степень их поражения варьирует в пределах 0,3...6,5%. У сортов Лютесценс 62, Волжанка, Кутулукская и Ишеевская поражение составило от 8,4 до 18,1% (Захаров, 2010; Хакимова, 2010).

Поздняковой и др. (2010) в Кыргызском национальном университете им. Ж. Баласагына в течение ряда лет проводились исследования по изучению

образцов различного географического происхождения из мировой коллекции и выявлению среди них источников устойчивости к твёрдой головне. На искусственных инфекционных фонах изучено более 1000 образцов озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР, сортов и линий местной селекции. Географическое представительство сортов в изучаемой коллекции разнообразно: страны СНГ, США, Восточной и Западной Европы. Высокую устойчивость к местной популяции твёрдой головни *T. levis* проявили образцы: из США – Burt, Celorow, Franklin, Ark, Hyslop; Франции – Marines; Англии – Regent; Болгарии – Русалка; России – Заря, Прикубанская, Красноводопадская 23, Красноводопадская 28 и др. При изучении устойчивости озимой пшеницы местной и Казахской селекции выделился один сорт – Мелянопус 223. Кроме того, был изучен набор сортов с идентифицированными генами устойчивости к патогену твёрдой головни, из которых 10 генотипов Vt обуславливают высокую резистентность. В условиях Чуйской долины гены Vt 2 (сорт Hussar) Vt 9 (Selm-65) и Vt 10 (Selm-66) проявили высокую эффективность. Наибольший интерес для селекции представляет сорт Заря, содержащий ген Vt Z.

### 1.3.3 Сравнительная характеристика пшеницы мягкой, твёрдой и тритикале по устойчивости к твёрдой головне

Многими учеными установлено, что разные зерновые культуры проявляют различную реакцию к возбудителям твёрдой головни. Растения ржи и тритикале, как озимые, так и яровые формы, воздействию со стороны головнёвых болезней практически не подвергаются. Сорты твёрдой пшеницы обычно принадлежат к группе устойчивых к твёрдой головне (Лаптиев, 2006).

Ячевский А.А. (1930) отмечал, что все сорта озимых пшениц, относящиеся к группе мягких (*Triticum vulgare*) считаются неустойчивыми против твёрдой головни. Из яровых пшениц устойчивыми являются образцы полбы,

однозернянки и польские пшеницы, равно как и разновидности твёрдых пшениц (*Triticum durum*).

Среди сортов и линий озимой твёрдой пшеницы отсутствуют формы со степенью поражения более 25%. Сорта и линии тритикале в основном абсолютно устойчивые (около 70%), остальные относятся к группе практически резистентных со степенью поражения 2,3-5,8% (Аблова, 2007).

Значительно меньше высоко восприимчивых образцов обнаружено у вида *T. durum* в сравнении с *T. aestivum* – 2,3%. *T. durum* существенно превышает *T. aestivum* по количеству иммунных (в 6,1 раза) и практически устойчивых (в 3,1 раза) форм. Аналогичные результаты были получены В.И. Кривченко (1984) при изучении реакции генофонда рода *Triticum* к твёрдой головне. Установлено, что у голозёрных тетраплоидов, к которым относится *T. durum*, сильно выражена гетерогенность по этому признаку, но у них заметно больше устойчивых форм, чем у голозёрных гексаплоидов, куда входит *T. aestivum*. Иммунологические реакции растений заметно ослабевают с увеличением пloidности и с усложнением геномного состава. Можно предположить, что более высокая устойчивость *T. durum* объясняется неспецифическими механизмами защиты, которые свойственны всем 28-хромосомным видам пшеницы и действуют не только на расовом, но и, в отдельных случаях, на видовом уровне возбудителей.

Среди образцов *Triticale* большинство (60,8%) не имели признаков поражения, а 33,5% от общего количества обладали практической устойчивостью. Сильно восприимчивых форм тритикале не обнаружено. Высокую устойчивость *Triticale* к твёрдой головне можно объяснить тем, что их генотип состоит из генома твёрдой пшеницы и генома ржи, которая не поражается этим возбудителем (Аблова, 2004).

### 1.3.4 Разнообразие генов устойчивости к твёрдой головне

Длительная генетическая устойчивость является экологически безвредным для окружающей среды способом борьбы с болезнями. Возбудители твёрдой головни известны высокой способностью преодолевать устойчивость хозяина новыми, более агрессивными расами. Это требует непрерывного поиска генетического разнообразия. Предпосылкой использования генетических ресурсов в селекции новых сортов на устойчивость может являться доступность подходящих источников и их характеристика. Информация о локализации новых генов устойчивости к твёрдой головне пшеницы необходима для пирамидизации генов в селекции (Мартынов, 2004; Babayants, 2006; Dumolasova, 2007).

В разные годы в публикациях появлялись данные о Bt-генах, эффективных к популяциям патогена в разных регионах мира.

Мак Интош (1983) приводит 10 главных генов устойчивости пшеницы против твёрдой и карликовой головни (<http://agroflora.ru/seleksiya-pshenicy-na-immunitet-protiv-boleznej/>)

В 1976 году Дорофеевым В.Ф., а в 1984 году Кривченко В.И. в литературе были представлены данные о наличии 14 генов устойчивости к возбудителю твёрдой головни пшеницы.

В 1988 году Кривченко В.И, на основе анализа литературных данных, указал на наличие уже 16 известных генов, контролирующих устойчивость пшеницы к возбудителям *T. caries* и *T. levis*. Известными генами, контролирующими устойчивость пшеницы к возбудителям из рода *Tilletia* являются: Bt 1, Bt 2, Bt 3, Bt 4, Bt 5, Bt 6, Bt 7, Bt 8, Bt 9, Bt 10, Bt Z, X, Y, V, U и dd. В самой высокой степени устойчивость выражена у генов Bt 8, Bt 9, Bt 10 и Bt Z. Гены Bt 1 и Bt 2 – малоэффективны, X, Y, V, U и Bt 7, имеют слабый фенотипический эффект. Источники с самыми надежными генами (Bt 9 и Bt 10) характеризуются исключительной позднеспелостью, что ограничивает их селекционное использование. Сорт Заря (Bt Z) является лучшим донором, когда-либо испытывавшимся в нашей стране.

В Чехии Blazkova V. и Bartos P (1997) изучали источники устойчивости к твёрдой головне и в результате резистентные сорта из Швеции Tjelvar и Stava были отобраны для скрещивания с образцами чешской селекции. Устойчивость сорту Tjelvar к твёрдой головне была передана от линии PI 178383, несущей гены Vt 8, Vt 9 и Vt 10, которая является важным источником резистентности в Северной Америке.

В 2004 году Мартынов С.П. с соавторами проводили сравнительный генеалогический анализ устойчивых и восприимчивых к твёрдой головне североамериканских (из США и Канады) и восточноевропейских (из России и Украины) сортов мягкой озимой пшеницы. Было идентифицировано еще 11 генов устойчивости к возбудителям твёрдой головни. По их данным, украинскими исследователями было выявлено 6 новых генов, которым они дали следующие названия: Vt 11, обнаруженный у линии Sel. M-6623, Vt 12 и Vt 13 – у Лютесценс 6028, Vt 14 – у Эритромпермум 5221, Vt 15 и Vt 16 у Ферругинеум 220-85. Исследователи из CIMMYT (Международный центр селекции пшеницы и кукурузы) идентифицировали еще 5 новых генов, которым присвоили те же символы: Vt 11 (из PI-554119), Vt 12 (из PI-119333), Vt 13 из (Thule III), Vt 14 (из Doubbi), Vt 15 (из Carleton).

Veisz O. и др. (2000) по результатам исследований 1991-1997 гг. отмечали эффективность генов Vt-5, Vt-6, Vt-8 и Vt-9 и высокую реакцию гена Vt-10 к местной популяции твёрдой головни в Венгрии.

Mamluk O.F. (1998) отмечал, что гены устойчивости к твёрдой головне Vt5, Vt6, Vt8, Vt9, Vt10, и Vt11 и несколько неописанных резистентных остаются эффективными в полевых условиях в Сирии.

Laroche A. et. al. (2000) отмечали эффективность гена Vt-10 против всех известных рас твёрдой головни в Канаде.

Huber K. и Buerstmaier H. (2006) после оценки устойчивости к твёрдой головне международного ассортимента сортов озимой пшеницы выявили низкую степень поражения сортов с генами Vt4, Vt5, Vt6, Vt8, Vt9, Vt10, Vt11 и Vt12 к возбудителю *T. caries* в Австрии.



Oncică F. et. al. (2008) указывали на эффективность Vt5, Vt8, Vt9, Vt10, Vt11, Vt12 и Vt13 к румынской популяции возбудителей твёрдой головни.

Borgen Anders (2016) в Дании проводя работу по оценке сортов пшеницы на искусственном инфекционном фоне по твёрдой головне, говорит об эффективности гена Vt 10. Указывает на присутствие гена Vt 7 в таких сортах пшеницы, как NGB-9014, NGB-9015, Tambor, Kuban, Begra, Maribos, Fold, Monopol, Tarso, Torrild, Cardos, Kranich, Turkis, Gluten, Folke. Также говорит о вероятности наличия гена Vt 2 сортах пшеницы Format, Curier, Complet, Solstice, Bussard, Paroli, Dream, Butaro, Ochre, PG3540 и Hereward.

Результаты идентификации рас возбудителя твёрдой головни и изучения сортов и линий местной и иностранной селекции показывают отсутствие вирулентностей в структуре популяции возбудителя носителям генов Vt8–Vt14 в Украине (Babayants, 2006).

В результате исследований Зеленовой Ю.В. с сотрудниками (Тамбов, 2015) популяция возбудителя твёрдой головни дифференцирована по вирулентности на 16 физиологических рас, среди которых 13 были идентифицированы впервые для Центрального Черноземья. Выявлена супер вирулентная и агрессивна раса ко всем сортам-дифференциаторам. Установлено, что устойчивость к возбудителю обеспечивали как одиночные олигогены (Vt1, Vt4 и Vt6), так и комбинации их в одном генотипе (Vt1Vt4; Vt1Vt4Vt6; Vt1Vt3Vt4).

### 1.3.5 Наследование устойчивости к твёрдой головне

Поиск источников устойчивости сложен. Очень небольшое число форм выделяется из образцов мягкой пшеницы, в том числе и озимой. При этом лишь малое число устойчивых к головне источников характеризуется другими ценными хозяйственно-полезными признаками: высокой продуктивностью, короткостебельностью и раннеспелостью.

Обобщив исследования по генетическому регулированию реакции пшеницы, выполненные многими учеными, Холтон (1962) показал, что сорта

могут включать как один, так и множество генов устойчивости к одной или нескольким расам твёрдой головки. Он высказал предположение, что главные и второстепенные гены в наследовании могут быть доминантными или рецессивными. Более того, эти факторы могут наследоваться независимо один от другого, а также и от морфологических признаков растений.

Резистентность к твёрдой головке успешно использовали Бриггс и его сотрудники в исследованиях механизма наследования генов и передачи устойчивости сортам методом беккроссов (Churchward, 1933; Бриггс, 1972). Используя отдельные расы, эти исследователи выявили тип наследования генов устойчивости. Так, было показано, что ген  $M$  сорта Martin наследуется как простой доминантный фактор, в то время как  $M_2$ , подобно другим генам, проявляет неполное доминирование. Ген  $H$  у сорта Hussar проявляет частичное или неполное доминирование (Caldvell, 1947) и в гетерозиготной форме допускает 50%-ное поражение (Briggs, 1930). Такое же поведение Бриггс (1932) определил и у гена  $T$ . Этот ген, подобно  $H$ , наследуется как неполный доминант.

Стэнфорд (1941) идентифицировал главный ген  $R$  у сорта Rio и установил, что в гомозиготном состоянии он допускает 10%-ное поражение, а в гетерозиготном – 50%-ное. Эль-Кишен и Бриггс (1945) определили у сорта пшеницы Turkey 10016 два второстепенных (слабых) гена:  $X$  и  $Y$ . Оказалось, что они допускают в гомозиготном состоянии 25%-ное и 45%-ное поражение. Шмельтцер (Smeltzer, 1952) установил подобное проявление у двух других слабых генов –  $U$  и  $V$  – сорта Minturkey. Ген  $U$  допускает 42,5%-ное поражение в гомозиготном состоянии, ген  $V$  – 50%-ное.

Большое значение в селекции имеет сцепление генов устойчивости с другими признаками. Гейнс и Синглтон (1926) установили, что устойчивость и остистость наследуется самостоятельно или с крайне слабой связью. Шлехубер (1935) нашёл признаки, свидетельствующие о слабой сцепленности между устойчивостью, окраской зерна и плотностью колоса. Исследования Аусемуса (1934) показали независимое наследование устойчивости к твёрдой головке,

стеблевой ржавчине в фазе проростков и взрослых растений, безостости, окраски колеоптиле и реакции к чёрному бактериозу. Хейес и др. (1934) установили такое же независимое наследование устойчивости к твёрдой головне и реакции на стеблевую, бурую ржавчину и чёрный бактериоз. Кларк и др. (1933) также не смогли выявить какой-нибудь корреляции между устойчивостью к твёрдой головне и остистостью, равно как и Маккензи (1964), который, кроме того, установил независимое наследование резистентности и окраски цветковой чешуи, высоты растения, сроков колошения, а также реакции на пилильщика. Кильдудф (1933), наоборот, установил связь между генами, контролирующими прочность стеблей и восприимчивость к головне, а также между генами, обуславливающими морфологию остей и устойчивость. Связь эта оказалась, однако, не такой сильной, чтобы вызвать трудности в селекции. Шелан (1966) вместе с коллегами изучил возможность комбинирования устойчивости к комплексу патогенов и установил, что признаки невосприимчивости к стеблевой и бурой ржавчине, твёрдой головне, вирусу полосатой мозаики наследуются независимо. Благодаря независимому наследованию генов был получен сорт Redit – первый устойчивый к твёрдой головне, переданный в производство в США. Он был отобран из комбинации скрещивания между Turkey и Florence. Оба сорта обладали устойчивостью к твёрдой головне, но различной генетической природой. Первый – остистый, краснозерный, озимый; второй – безостый, белозерный, яровой. Redit унаследовал красное зерно, озимый образ жизни и безостость. С тех пор этот основной принцип независимого наследования генов устойчивости к твёрдой головне был использован для получения большого числа как яровых, так и озимых сортов пшеницы (Fisher, 1957).

Источники устойчивости зерновых культур к головнёвым болезням встречаются часто и их накоплено много, особенно для пшеницы и овса. Однако более глубокий анализ показывает, что при значительном числе источников устойчивости в генофонде культурных растений регистрируется небольшое число различающихся генов, особенно эффективных. Три-четыре, а

в большинстве случаев один-два гена резистентности характеризуют современный изученный генофонд устойчивости зерновых культур к головнёвым болезням. В настоящее время идентичность генов по данному признаку у культурных видов скорее правило, чем исключение. Необходимо экономное и рациональное использование известных генов высокой устойчивости независимо от того, к какому типу их можно отнести – вертикальному или горизонтальному. Важно, чтобы они сравнительно долгий период сохраняли невосприимчивость к той или иной болезни.

Среди всех известных факторов невосприимчивости озимой пшеницы к возбудителям твёрдой головки устойчивость типа Заря самая эффективная, сочетающая в генотипе высокую продуктивность и другие ценные признаки.

Эффективный ген содержит сорт Заря, созданный членом-корреспондентом ВАСХНИЛ Е.Т. Вареница. Этот ген интрогрессирован через пшенично-пырейный гибрид 599 от *Agropyron glaucum* (Вареница, Мозговой, Смирницкая, 1977). Гибридологический анализ показал, что сорт Заря имеет один доминантный ген, который эффективно наследуется гибридами (Вареница, Сандухадзе, Мозговой, 1981). На специальном заседании группы специалистов по устойчивости зерновых к головнёвым болезням Всесоюзной конференции «Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции» в ноябре 1981 г. этому гену был присужден временный символ VtZ.

В настоящее время в мире идентифицирован ряд эффективных генов устойчивости к возбудителям твёрдой головки (таблица 3).

Таблица 3 – Состав основных генов, контролирующих устойчивость к *T. caries* и *T. levis*:

Символ названия гена	Источник
Bt <sub>1</sub>	Martin
Bt <sub>2</sub>	Hussar
Bt <sub>3</sub>	Ridit
Bt <sub>4</sub>	Turkei
Bt <sub>5</sub>	Hohenheimer
Bt <sub>6</sub>	Rio
Bt <sub>7</sub>	Martin
Bt <sub>8</sub>	Yayla 305 (P.I. 178210)
Bt <sub>9</sub>	Sel. M-65-3157
Bt <sub>10</sub>	Sel. M-66-23
BtZ	Заря
*Bt <sub>11</sub>	Sel. M-66-23
*Bt <sub>12</sub> , *Bt <sub>13</sub>	Лютесценс 6028
*Bt <sub>14</sub>	Эритроспермум 5221
*Bt <sub>15</sub> , *Bt <sub>16</sub>	Ферругинеум 220-58
**Bt <sub>11</sub>	PI 554119
**Bt <sub>12</sub>	PI 119333
**Bt <sub>13</sub>	Thuble III
**Bt <sub>14</sub>	Doubbi
**Bt <sub>15</sub>	Carleton

\* - гены, идентифицированные украинскими исследователями

\*\* - гены, идентифицированные исследователями из СИММУТ

В литературе имеются сведения о наличии у некоторых сортов второстепенных или слабых факторов, обозначенных символами X, Y, V, U, dd

(Briggs, 1945; Briggs, Holton, 1950; El-Khishen, Pugsley, 1953; Smeltzer, 1952; Szunics, 1990).

### 1.3.6 Методы селекции сортов, устойчивых к твёрдой головне

При селекции зерновых колосовых культур на устойчивость к болезням используют методы гибридизации, мутагенеза и отбора. Селекционеры применяют простые и сложные внутривидовые и отдаленные скрещивания, химические и физические мутагены, синтетические формы, различные методы отборов (Рапопорт, 1977; Грабовец, Фоменко, 2007; Бабаянц, Палясный, 2007; Шелепов и др., 2009; Колесников и др., 2010; Боровик и др., 2014; Давоян и др., 2014; Ковтуненко и др. 2014)

Устойчивые генотипы выделяют на фонах естественных и искусственных эпифитотий, в обычных селекционных посевах, инфекционных питомниках, условиях искусственного климата, в лабораториях на селективных средах (Воронкова, Пучков, 1977). Выбор метода селекции определяется поставленными задачами, но создание устойчивых сортов не является самоцелью. Наряду с резистентностью к болезням сорта должны также обладать устойчивостью к абиотическим факторам среды, хорошим качеством зерна, рядом других хозяйственно ценных признаков и свойств (Белан и др., 2008).

При простых внутривидовых скрещиваниях можно получить устойчивые генотипы, когда резистентность передаётся потомству от одного или обоих родителей. Можно получить трансгрессию устойчивости за счет действия генов исходных родительских форм гибридов. Однако, селекционеры чаще всего применяют беккроссы, ступенчатые и другие сложные скрещивания (Лукьяненко, 1959; 1973; 1990) .

Сложная гибридизация применяется при селекции на групповую или комплексную устойчивость. Методом же беккроссов можно создавать

устойчивые аналоги лучших производственных, поражаемых сортов (Кривченко, 1984)

При беккроссе урожайные, но восприимчивые к болезням сорта служат в качестве повторной рекуррентной родительской формы. Бриггс Ф. (1972) успешно применил этот метод в селекционной работе и получил устойчивые к твёрдой головне сорта в результате нескольких серий возвратных скрещиваний.

Применяют полные и неполные, прерывистые и непрерывные беккроссы или различные его модификации.

Одним из разновидностей сложного беккросса является метод конвергентной селекции. Этим методом в рекуррентный сорт путем беккроссов вводят различные гены устойчивости от ряда сортов или форм. При этом вначале создают почти изогенные линии по каждому гену устойчивости, затем их скрещивают между собой и объединяют в одном генотипе все гены резистентности.

Таким путем можно создать относительно стабильные и длительно устойчивые сорта на полигенной основе. Однако метод трудоёмок и требует многих лет работы. Для ускорения селекционного процесса и, прежде всего, получения нескольких поколений гибридов в год, используют объекты искусственного климата или другие возможности.

При селекции зерновых колосовых культур на устойчивость к болезням может эффективно использоваться также мутагенез. Он позволяет в короткий срок значительно усилить изменчивость растений. С его помощью можно получить мутации еще не известные в природе. Он направлен на индуцирование генных мутаций, изменение структуры и морфологии хромосом, подавление клеточного деления, гибель ядра или клеток, частичную или полную стерильность, замедление или стимуляцию роста, увеличение частот инверсий и кроссинговера. В качестве мутагенных агентов используют ионизирующее излучение, ультрафиолетовые и лазерные лучи, импульсный концентрированный свет, тепловые нейтроны, химические мутагены и др. (Рапопорт, 1976; Кротова, 2015).

Примером может являться сорт Смуглянка, созданный совместно институтом физиологии растений и генетики НАН Украины и Мироновским институтом пшеницы им. В.Н. Ремесло УААН с использованием гамма-излучений (Шелепов, 2004).

Источниками новых генов устойчивости к болезням являются близкородственные культурным растениям виды. Имеется многочисленная информация об успешности переноса путем межвидовой гибридизации устойчивости к болезням из одного вида в другой.

В селекции на устойчивость к болезням используется также межродовая гибридизация.

Значимость отдаленной гибридизации при селекции на устойчивость к болезням возрастает, так как с каждым годом растет потребность в новых эффективных генах.

При селекции на устойчивость к болезням используются различные методы индивидуального (педигри) и массового отборов. Наиболее часто используют индивидуальный отбор. Его проводят в ряде поколений гибридов ( $F_2$ - $F_4$ ) до получения относительно гомозиготных по устойчивости и другим признакам и свойствам потомков. Весьма перспективен модифицированный метод педигри, предложенный С.П. Мартыновым и В.А. Крупновым. По этому методу из каждого отобранного в  $F_2$  и последующих поколениях гибридов ( $F_3$ - $F_5$ ) растений на посев берут одно семя. Это позволяет значительно увеличить объем отбора и одновременно уменьшить площади селекционных посевов.

Устойчивость к болезням должна быть относительно стабильной и обеспечивать защиту сортов хотя бы на период их возделывания в производстве.

Потеря устойчивости, в ряде случаев очень быстрая, происходит в результате изменчивости паразитов и возникновения вирулентных и агрессивных патотипов (рас, биотипов). В то же время у некоторых сортов наблюдается варьирование устойчивости и повышение интенсивности поражения растений в зависимости от их состояния, экологических условий



возделывания (температура, влагообеспеченность, уровень азотного питания, продолжительность вегетации и др.) независимо от расового и биотипного разнообразия паразитов.

Стратегия селекции на иммунитет должна быть направлена на генетическое разнообразие, против генетической однородности сортов и использования в селекции слишком ограниченной базы зародышевой плазмы (Кривченко, 1984).

Ценным исходным материалом для селекции на устойчивость к твёрдой головне является сорт Заря (Bt Z). Сорты, полученные с его участием (Инна, Памяти Федина, Московская 39 и др.) обладают практической устойчивостью, степень их поражения при искусственной инокуляции не превышает 10%.

Создание сорта Заря, стабильно устойчивого к возбудителям твёрдой головни, - лучший пример успешной интрогрессии эффективных генов резистентности в генотип мягкой пшеницы, который подтверждает первостепенность селекционного метода борьбы с головнёвыми болезнями зерновых культур.

Создание сорта Заря включало три этапа скрещиваний и последующих отборов. Первое скрещивание было проведено в 1953 г. В качестве материнской формы использовали районированный в Московской области Пшенично-пырейный гибрид 599. В его генеалогии входили ржано-пшеничный гибрид 46/131 и пырей сизый – донор устойчивости к возбудителю. Гибридная популяция  $F_2$  включала формы, относящиеся к разновидностям *lutescens*, *milturum*, *erythrosperrum* и *ferrugineum*. Из нее была отобрана константная форма разновидности *milturum*, обладающая высокой устойчивостью к твёрдой головне.

На втором этапе линию мильтурум 106/59 ( $F_7$ ) опылили смесью пыльцы различных сортов. В третьем поколении из гибридной популяции была отобрана константная линия Лютесценс 126/65, устойчивая к головне. В 1967 г. провели завершающий этап скрещиваний с использованием в качестве материнского компонента сорта Мироновская 808. Из гибридной популяции в 1972 г. эту линию (Лютесценс 157/52) изучали в контрольном питомнике, а в

следующем году – в конкурсном сортоиспытании под названием Заря. Наряду со стабильно сохраняющейся резистентностью к твёрдой головне в течение всех лет изучения Заря обладает высокой продуктивностью, хорошей зимостойкостью, повышенной устойчивостью к полеганию, имеет крупное зерно, высокие мукомольные и хлебопекарные свойства.

Из всех изученных сортов озимой пшеницы, устойчивых к твёрдой головне, сорт Заря является лучшим донором, когда-либо испытывавшимся в нашей стране (Кривченко, 1984).

#### 1.4. Селекция на устойчивость к твёрдой головне – важное направление

Химический способ защиты культурных растений удобен и эффективен, но его использование оказывает губительное воздействие на окружающую среду и накопление вредных веществ в производимой продукции. Этот факт показывает ученым и производителям во всем мире на поиск новых путей и способов снижения пестицидного давления при получении сельскохозяйственной продукции и в других областях сельского хозяйства (Павлюшин, 2013).

Серьезное внимание этому вопросу уделяют в странах Евросоюза. Как сообщает Лысов А.К. (2010), с целью уменьшения загрязнения почвы и водных ресурсов, а также снижения риска для окружающей среды, здоровья людей и животных от применения пестицидов в странах Европейского Союза провозглашена новая политика в области защиты растений. В принятом 13 января 2009 г. постановлении Европейский парламент уведомил о новом порядке отказа от использования активных веществ, допуске пестицидов и утверждении директивы по их применению. Предусмотрено сведение к минимуму или запрещение использования пестицидов в ряде конкретных случаев (например, в парках, на спортивных площадках, школьных территориях, в охраняемых районах, находящихся под действием Директивы охраны водных и природных ресурсов). Еще более ограничивается

использование авиационных методов опрыскивания – они могут быть применены только в исключительных случаях (например, на виноградниках на крутых склонах) (Лысов, 2010; Röder, 2009).

Непосредственное отношение к вопросу накопления вредных химических веществ в экологических системах имеет сельскохозяйственное производство. Предотвращение появления на полях вредных объектов требует широкого применения химических препаратов.

Особое внимание этому уделяют за рубежом, исследуя и развивая способы исключения химических препаратов в сельском хозяйстве. В том числе, актуальной проблемой является борьба с возбудителями твёрдой головни пшеницы.

За рубежом давно ведутся исследования способов контроля развития твёрдой головни без применения синтетических препаратов. В органическом сельском хозяйстве, при котором могут быть применены только естественные органические вещества, твёрдая головня является одной из самых сложных болезней для беспестицидного контроля над ней (Bruyere, 2011; Dressler, 2010; Goates, 2009; Hertrich, 2009). В своей работе ученые проводили исследования по применению различных органических веществ, как альтернативы фунгицидам-протравителям.

Bruyere J. (2011) сообщает, что во Франции ведется изучение возбудителей головнёвой инфекции. В 2008-2011 гг. была выполнена программа исследований по изучению общей эпидемиологии возбудителя, идентификации устойчивых сортов, приемов борьбы с заболеванием, применимых в органическом сельском хозяйстве финансируемая министерством сельского хозяйства.

Raman Dhariwal и Harpinder S. Randhawa (2016) называют твёрдую головню одним из основных заболеваний пшеницы в западной Канаде. Изучают сорта яровой пшеницы на искусственном инфекционном фоне и характеризуют новые источники устойчивости.

Borgen A. и Kristensen L. в Дании в 1995-1997 гг. в полевых условиях изучали эффективность влияния измельченной горчицы и порошка сухого молока на степень поражения твердой головнёй заспоренного семенного материала.

Munzer El-Naimi и др. (2000) также испытывали несколько органических питательных веществ (порошок обезжиренного сухого молока, пшеничная мука) на восприимчивых сортах пшеницы, чтобы исследовать их эффективность в борьбе с болезнью.

Goates Blair J. и др. (2009) проводились исследования по влиянию микроскопического грибка (*Muscodora albus*), выделяющего летучие вещества, на телиоспоры возбудителей головнёвых, в том числе твердой головни. Был выявлен некоторый потенциал грибка как природного фумиганта против головнёвых грибов.

M. Mehrabi Koshki и др. (2009) сообщают об исследованиях воздействия грибов видов *Trichoderma* и вытяжек нескольких видов растений семейства Brassicaceae на некоторые фитопатогенные грибы. В этом исследовании использовались биологические агенты, такие как измельченная горчица, *Trichoderma koningii*, *T. virens*, *T. brevicompactum*, *T. harzianum*, смесь этих четырех изолятов, измельченную горчицу в смеси с четырьмя изолятами *Trichoderma*, два биологических продукта - Trichodermin B и Subtilin. Применение этих биоагентов смогло уменьшить развитие инфекции и выявило существенные различия от их применения в сравнении с контролем.

А также в работах Spiess H. (1991), Nielsen B. J. (2003), Winter W. (1997), Borgen A. (2003), Yolageldi L. (2005) и др. были представлены результаты исследований влияния различных органических веществ (уксусная кислота, горячая вода, жидкие органические удобрения, древесная зола и др.) и их комбинации на развитие семенной головнёвой инфекции.

Как отмечает P. Eibel (2005), благодаря эффективной борьбе с головнёвыми заболеваниями с использованием фунгицидов, во многих странах Европы в

течение прошлых десятилетий были прекращены исследования в этой области. Работа по созданию устойчивых к твёрдой головне сортов была прекращена.

В условиях расширения органического сельского хозяйства возобновился интерес к головнёвым болезням и контролю над ними без применения синтетических фунгицидов. Одним из способов снижать уровень поражения болезнью является создание устойчивых сортов (Munzer, El-Naimi., 2000; Bruyere, 2011; Ozdemir, 2016).

Современные сорта пшеницы, наряду с высоким потенциалом продуктивности и хорошим качеством зерна, должны обладать устойчивостью к фитопатогенам. Болезнеустойчивые сорта – это не только сохранение урожая, но и охрана биосферы от загрязнения пестицидами, снижение затрат на их применение и получение экологически чистой продукции. В свою очередь ослабление пестицидного пресса способствует сохранению и мобилизации деятельности полезных компонентов агробиоценозов (Маркелова, 2003).

Иммуногенетические свойства растений, определяющие степень их устойчивости к вредителям и патогенам, обосновано считаются одними из важнейших хозяйственно-ценных признаков новых сортов и гибридов культурных растений.

По мнению Вилковой Н.А. и Фасулати С.Р. (2001) важно учесть, что многофакторное значение устойчивых сортов растений в агробиоценозах предполагает автоматизм действия и многолетний эффект депрессирования размножения вредных организмов и снижения потерь урожая. В связи с этим создание таких сортов в достаточном ассортименте – реальная предпосылка для перехода к наиболее современной, экологически чистой стратегии защиты растений и к управлению агроэкосистемами в адаптивном земледелии, что в нынешних условиях ускорения роста народонаселения земного шара и усиления антропогенного пресса на биосферу становится не только важнейшей экономической, но и крупной экологической и социальной проблемой.

Создание и внедрение в производство устойчивых сортов является важным звеном интегрированной защиты растений от болезней. В связи с этим поиск и

выявление генетических источников пшеницы к наиболее вредоносным грибным болезням, для дальнейшего включения их в селекционный процесс, является актуальным (Гешеле, 1971; Шпаар 2003; Зеленева, Судникова, 2008; Долженко, 2010; Иванова, 2010; Санин, 2010; Койшыбаев, 2013).

Успехи в создании сортов и гибридов зерновых культур различного направления в значительной мере зависят от многообразия исходного материала. Значение генофондов для сохранения агробиоразнообразия возрастает с каждым годом. Изучение мировой коллекции зерновых колосовых культур на устойчивость к местным популяциям патогенов является одной из важнейших задач в плане экологической защиты окружающей среды. Созданные новые устойчивые и продуктивные сорта позволят улучшить агробиоразнообразие и послужат одной из мер по охране окружающей среды (Неттевич, 1982; Мережко, 1994; Явдощенко, 2003; Евтушенко, 2004; Будашкина и др., 2008; Позднякова, 2010; Лучная, 2013).

Селекционная работа на устойчивость к твёрдой головне осуществляется во многих странах. Устойчивость к данному заболеванию остаётся важным признаком в Северной Америке, России, Украине, Румынии, Болгарии и Турции. Также селекция на устойчивость к твёрдой головне продолжается и в скандинавских странах (Bartoś, 2002).

Работа по изучению возбудителей головнёвой инфекции, оценке селекционного и коллекционного материала, выявлению источников и доноров устойчивости, идентификации генов, созданию новых резистентных к головне сортов зерновых культур активно ведётся в различных сельскохозяйственных центрах во всем Мире: Institute of Plant Sciences (Швейцария), Research Institute of Crop Production (Division of Genetics and Plant Breeding) (Чехия); Agrológica (Дания); Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Германия); Agriculture and Agri-Food (Канада); Lethbridge Research Centre (Канада); Pacific Agri-Food Research Centre (Канада); University of Natural Resources and Applied Life Sciences (Австрия); Institute of Plant Production Biotechnology (Австрия); центры CIMMYT (Мексика); Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко (Россия,

Краснодар); НИИСХ Юго-Востока (Россия, Саратов); Сибирский НИИ растениеводства и селекции (Россия, Новосибирск); Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка» (Россия, Московская область); НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Воронежская область); «Тамбовский научно-исследовательский сельскохозяйственный институт ФАНО», Среднерусский филиал, г. Тамбов; «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», г. Тамбов.

### 1.5 Агротехнические приемы, способствующие снижению развития твёрдой головни

Агротехнический метод защиты растений остается основополагающим в обеспечении длительной стабилизации оптимального фитосанитарного состояния агроэкосистем. Задействуя механизмы саморегуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем агротехнические приемы позволяют оздоравливать и улучшать почву, семена, посевной материал и сельскохозяйственные растения, освобождая их от вредных организмов и повышая адаптивные свойства (Бузько и др., 2011).

Агротехнический метод в системе защиты пшеницы от твёрдой головни рассматривается как профилактический прием и предусматривает строгое соблюдение следующих мероприятий.

1. Возделывание пшеницы по пшенице нежелательно, так как инфекция твёрдой головни *Tilletia spp.* может сохраняться длительное время в почве.

2. Строго соблюдать при посеве оптимальную глубину заделки семян в почву. Глубокая заделка посевов при низких температурах почвы приводит к удлинению периода прорастания семян и способствует инфицированию проростков.

3. Не допускать запаздывания с посевом озимой пшеницы, так как развитие растений поздних сроков сева нередко совпадает с оптимальными условиями для заражения твёрдой головнёй.

4. Использовать системы обработки почвы и применения удобрений, при которых физические и химические свойства почвы стимулируют ростовые процессы семян пшеницы и повышают активность грибов-антагонистов патогена.

5. Инфицированные твёрдой головнёй посевы должны убираться в последнюю очередь, что исключает возможность заsporения семян через зерноуборочные комбайны, зерноочистительную технику и другое оборудование. При уборке семенных посевов в качестве профилактической меры предлагается первые четыре бункера обезличить.

6. Желательно использование здорового, сертифицированного семенного материала из «переходящего» фонда (посев семенами текущего года) (Кривченко, 1984).

Немаловажным звеном агротехнического метода борьбы с болезнями озимой пшеницы является подбор и выращивание устойчивых сортов.

Помимо инфекционной нагрузки, на пораженность колосьев и потери урожая озимой пшеницы от твёрдой головни влияют генетические особенности сорта (Знаменский, 2003; Иванова, 2010). За счет научно обоснованной сортосмены можно существенно повысить устойчивость посевов озимой пшеницы к болезням в масштабе одного или нескольких хозяйств, при одновременном наращивании потенциала урожайности, качества зерна и снижении пестицидной нагрузки на агроценоз (Вилкова, 2001; Андреева, 2002; Абеленцев, 2003; Аблова, 2007).

#### 1.6 Эффективность фунгицидов в борьбе с твёрдой головнёй

Предохранение семян и проростков от болезней и вредителей – необходимая и обязательная процедура в растениеводстве. С этой целью применяют химическую допосевную (заблаговременную) или предпосевную (за 2...15 дней до посева) обработку семян фунгицидами, инсектицидами или их смесями. Этот метод хорошо разработан, эффективен, экономически



целесообразен, экологически малоопасен. Более двух столетий его используют в качестве основного и обязательного в подавляющем большинстве стран (Койшыбаев, 2004; Тютерев, 2005).

Впервые этот метод был использован в 1761 г., когда для борьбы с твёрдой головнёй был применен сульфат меди (Тютерев, 2001).

Возбудитель твёрдой головни является поверхностной семенной инфекцией, поэтому химическим средством борьбы с этим заболеванием является протравливание семенного материала.

Успех протравливания во многом зависит от правильного выбора препаратов, основанного на результатах фитоэкспертизы семян с целью определения уровня заsporения семенного зерна твёрдой головнёй и заражения другими патогенами, которую заблаговременно проводят лаборатории станций защиты растений (Котикова, Долженко, 1998; Демидова, 1999; Павлова, Кожуховская, 2001; Монастырская, Лукашина, 2004; Тимофеев, 2013).

Семена, полученные с пораженных посевов, необходимо протравливать, даже если распространение болезни в посевах не превышало требования ГОСТа.

Если зафиксирована головнёвая инфекция, то протравитель следует выбирать не просто с противоголовнёвым действием, а эффективный практически на 100% (Павлова, 2006). Протравливание семян эффективными препаратами обеспечивает 15-70 кратную окупаемость затрат (Абеленцев, 2003).

Протравливание семян – основное звено, которое позволяет быстро и относительно дешево улучшить фитосанитарную обстановку на полях, повысить качество продукции и урожайность. Во всем мире ему уделяется первостепенное внимание (Кривченко, 1987; Тютерев, 2000).

Предпосевное протравливание семян – один из основных путей защиты растений от вредных организмов. Только с его помощью удастся успешно защитить посевы от поражения такими опасными заболеваниями, как пыльная и твёрдая головня, корневые гнили различной этиологии, снежная плесень,

пятнистости и др. Пренебрежение этим профилактическим приемом может привести к ухудшению фитосанитарной обстановки и снижению валового сбора зерна (Алехин, Семынина, 2003).

По данным ВИЗР, Российской лаборатории диагностики и прогнозов, областных и республиканских станций защиты растений, в период с 1990 по 2000 гг. увеличивались вредоносность и распространение пыльной и твёрдой головни зерновых (Тютюрев, 2000).

Ежегодно в Российской Федерации необходимо обрабатывать 20-22 млн. т., а, например, в 1996 г. было обеззаражено 5,7 млн т семян, в 1997 – 6,1 млн. т., в 2000 г. – 5,4 млн т, в 2001 – 6,1 млн т семян зерновых культур. В результате происходило устойчивое нарастание головнёвых болезней и корневых гнилей практически во всех регионах Российской Федерации (Красавина, 1999; Алехин, Семынина, 2003; Знаменский, 2003).

Если раньше, в 80-е годы прошлого столетия, протравливалось 80-90% высеваемых семян, то в 90-е годы из-за тяжелого экономического положения предприятий АПК, дороговизны протравителей, ГСМ и электроэнергии обеззараживать все высеваемые семена хозяйствам стало непосильно (Знаменский, 2003).

Как отмечал Абеленцев, В.И. (2003), анализ данных 1990-2000 гг. о распространенности, развитии и вредоносности патогенов на зерновых и крупяных культурах и кукурузе в РФ и других странах СНГ свидетельствует о резком ухудшении фитосанитарного состояния посевов и семенного материала. Наблюдалось устойчивое повсеместное нарастание головнёвых заболеваний и корневых гнилей. По мнению Лукашиной С.Г. и др. (2001) в 90-е годы прошлого столетия в Краснодарском крае участились случаи поступления на элеваторы зерна, в сильной степени заспоренного твёрдой головнёй. Это происходит из-за трудности обнаружения головнёвых колосьев в полевых условиях на больших площадях посевов. Учитывая сложившуюся ситуацию, актуальным стало проведение фитоэкспертизы семенного зерна на присутствие

головнёвой инфекции, а также идентификации ее видового состава в зависимости от зональных особенностей региона.

Широкому распространению головнёвых заболеваний способствует целый комплекс причин: использование для посева некондиционных семян, снижение объёмов протравливания семян (Демидова, 1999; Красавина, 1999; Бегунов, 2000; Тютереv, 2001), непродуманное использование биопрепаратов и физических методов (Абеленцев, 2003; Шуляковская, 2004; Павлова, 2006), применение биопрепаратов в смеси с химическими протравителями семян, взятыми в сниженных в 1,5-2 раза нормах (Андреева, 2002), ошибки в выборе протравителя семян, нехватка техники для протравливания (Иванов, 2002; Знаменский, 2003).

Но, вместе с тем, протравливание – не панацея, как и любое лекарство, оно имеет свои показания и противопоказания. Так, при переувлажнении или пересыхании почвы, чрезмерном заглублении протравленных семян в тяжёлых почвах может быть отмечено снижение урожая. В нормальных условиях протравители не наносят вред растению. Поэтому, необходимо, чтобы отношение к протравливанию, как к приему, было взвешенным и разумным (Павлова, 2006; Аблова, 2010).

В настоящее время сельхозтоваропроизводителям предлагается большой выбор химических препаратов с высокой биологической эффективностью против головнёвых болезней, плесневения семян, корневых гнилей различной этиологии, пятнистостей листьев, ржавчины (Горина, 2005; Семынина, 2012). Существуют десятки протравителей на основе одного, двух и даже трех действующих веществ, использование которых способствует получению здоровых всходов даже при относительно высоком уровне семенной инфекции. Однако их спектр действия значительно варьирует (Мухина, 2005). В настоящее время для пшеницы рекомендовано более 40 протравителей. Такой ассортимент позволяет эффективно защитить озимую пшеницу от комплекса семенной и почвенной инфекции.

По биологической эффективности препараты против головнёвых заболеваний можно расположить следующим образом: препараты со 100%-ной эффективностью – витарос (вск), дивиденд (кс), премис (кс), раксил (кс), раксил Т (кс), суми-8 (вск, фло), фенорам супер (сп) и др.; с эффективностью 98-100% – витавакс 200 ФФ (вск), винцит (ск), дивиденд стар (кс) и др. (Павлова, 2000; Лебедев, 2001; Лебедев, 2002; Абеленцев, 2003).

В научно-исследовательских учреждениях проводились испытания широкого спектра препаратов против возбудителей твёрдой головни пшеницы.

И.И. Бегунов (ВНИИ биологической защиты растений) (2000) отмечает, что при испытании около 20 фунгицидов разных химических классов на искусственном инфекционном фоне на 100% подавляли развитие такие препараты, как винцит, дивиденд, премис, раксил, ферракс и фенорам супер.

Во ВНИИ фитопатологии в течение нескольких лет проводили оценку биологической эффективности ряда протравителей (винцит, 5% к.с.; витавакс 200 ФФ, 34% в.с.к.; дивиденд стар, 3,63% к.с.; колфуго супер...; премис; раксил; суми-8; фенорам супер; фундазол, 50% с.п.) против 5 видов головни на искусственном инфекционном фоне (2001). Отмечается, что все тестируемые препараты эффективно подавляли развитие твёрдой головни пшеницы (Павлова, 2001).

Абеленцев В.И. и Зиниша Л.С. (2003) отмечали, что по результатам девятилетних испытаний в разных агроклиматических зонах азолсодержащие протравители семян в форме вск, кс и фло на хлебных злаках и просовидных культурах дивиденд, дивиденд стар и раксил имели стопроцентную биологическую эффективность. Премис и суми-8 были эффективны на 95-100%.

Лебедев В.Б. с сотрудниками (НИИСХ Юго-Востока) (2002) в хозяйствах Саратовской области изучали биологическую эффективность препарата колфуго дуплет. Обработка семян на 100% подавляла проявление пыльной и твёрдой головни.

Монастырная Э.И. (Кубанский ГАУ) и Лукашина С.Г. (НЦЗ им. Лукьяненко П.П.) (2004) испытывали препарат колфуго дуплет на высоком фоне поражения озимой пшеницы твёрдой головнёй. Биологическая эффективность этого протравителя составляла около 99%.

В лаборатории патофизиологии растений Среднерусского филиала Тамбовского НИИ сельского хозяйства под руководством Чекмарёва В.В. (2012) изучали влияние протравителей семян на развитие патогена при разных уровнях инфекционной нагрузки и выявляли наиболее эффективные препараты в течение нескольких лет.

Чекмарёв, В.В. (2012) отмечает 100% эффективностью в отношении возбудителя твёрдой головки обладали препараты дивиденд стар и кинто дуо. Раксил, фенорам супер, виал ТТ, витарос и винцит снижали распространенность заболевания на 95,1-97%. Максим, раксил и колфуго супер были менее эффективны. Снижение поражения растений пшеницы твёрдой головнёй в этих вариантах опыта составило 91,9-93,6%.

Альтернативой протравливанию в целом является создание комплексно-устойчивых сортов. В 1990-х годах Койшыбаев М. (1996) указывал на отсутствие сортов, одновременно устойчивых к головнёвым и ржавчинным болезням, корневым гнилям и септориозу.

В настоящее время большое внимание устойчивости пшеницы к твёрдой головне уделяется в России, в том числе и в Краснодарском крае. Результаты наших исследований показали, что большинство сортов озимой мягкой пшеницы, созданных в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко, восприимчивы к твёрдой головне, не смотря на то, что селекция на устойчивость к этой болезни ведётся давно.

Использование в производстве сортов озимой пшеницы, устойчивых к болезням, позволяет стабилизировать валовые сборы зерна, качественные характеристики урожая, оптимизировать фитосанитарную обстановку, снижать пестицидную нагрузку на агроценозы. Селекционерами Краснодарского НИИ сельского хозяйства создано и предложено производству значительное

количество устойчивых к различным болезням сортов озимой пшеницы (Пикушова и др., 2001).

Совместными усилиями селекционеров и иммунологов наметился определенный прогресс в этом направлении. За последнее время созданы сорта с различным типом устойчивости к болезни. Они защищены комплексом неспецифических факторов, связанных с морфологией, биологией, физиологией растений, которые дают возможность уходить от инфекции или быть устойчивыми к внедрению патогена (Романенко и др., 2005; Аблова, 2010; Беспалова и др., 2014).

Большинство из этих сортов включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2003...2009 гг.

Таким образом, за последние годы список сортов со слабой и средней восприимчивостью, созданных в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, пополняется.

## 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

### 2.1 Почвенно-климатические условия проведения опытов

Экспериментальная работа выполнена в 2007...2017 гг. на опытном поле Национального центра зерна им. П.П.Лукияненко, которое расположено в Центральной зоне Краснодарского края в 7 км к западу от центра города Краснодара в станице Елизаветинской. Поле изолировано от селекционного севооборота и семеноводческих посевов.

Почвы участка – западно-предкавказские выщелоченные сверхмощные черноземы. Структура пахотного слоя – глыбисто-комковато-зернистая с рыхлым сложением на поверхности. По механическому составу почвы тяжелосуглинистые. Содержание глины 60...70 %, капиллярная скважность высокая, водопроницаемость пониженная.

Мощность гумусового горизонта достигает двух метров. Содержание гумуса в поверхностном горизонте, по данным агрохимической лаборатории, 3,2...4,6%. Карбонаты находятся глубоко, их вскипание начинается с глубины 180 см от поверхности. Реакция черноземов в верхних горизонтах близка к нейтральной и составляет 6,8...7,2, в низких – имеет слабо выраженную щелочность. В верхних горизонтах чернозема содержится 0,15%...0,18% фосфора, 1,82...1,91% калия и 0,26...0,35% азота, 15...20 мг  $P_2O_5$  и 40...80 мг на 100 г воздушно-сухой почвы  $K_2O$  (Кириченко, 1952).

Обладая высоким потенциалом плодородия, западно-предкавказские выщелоченные черноземы при наличии достаточного количества влаги и правильной агротехнике способны обеспечить высокую урожайность зерна озимой пшеницы.

Климат – умеренно-континентальный. Среднее количество осадков, выпадающих за год в районе г. Краснодара, составляет 611 мм. В отдельные годы оно колеблется от 540 до 950 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,8...12,5°. Самый теплый месяц в году – июль (21,3...24,9), один из

холодных – январь (от  $-0,6$  до  $0,3^{\circ}$  С). Зона проведения экспериментов характеризуется слабовыраженным переходом времени года. Зима мягкая, с неустойчивым снежным покровом, с частыми оттепелями. Однако условия перезимовки озимых не всегда благоприятны: перепады температур (от  $10...15^{\circ}$ С до  $-20^{\circ}$  С и ниже), кратковременность снежного покрова и сильные Северо-восточные ветры типичны для умеренного континентального климата. Весенний период характеризуется быстрым подъемом температуры воздуха, но в отдельные годы даже в апреле возможен возврат холодов. Возобновление вегетации озимых чаще приходится на вторую половину марта. Лето неустойчивое: то влажное, то засушливое, обычно жаркое. Осень продолжительная, чаще сухая со значительными колебаниями температуры в течение суток.

Для характеристики метеорологических условий за годы исследований использовались данные метеорологического поста НЦЗ, который находится на расстоянии около  $100...500$  м от опытных площадей. Погодные условия в годы проведения опытов были неодинаковыми.

Изучение твёрдой головни связано, прежде всего, со стадиями развития пшеничного растения – прорастание семян, появление всходов и молочно-восковая спелость. Климатические условия весны и лета на степень поражения твёрдой головнёй влияния не оказывают. Например, весна 2007 года характеризовалась резкими колебаниями температур, заморозками в третьей декаде апреля и первой декаде мая, неравномерным выпадением осадков. Лето было аномально жарким и сухим. Но, несмотря на такие условия, заражение твёрдой головнёй на искусственном инфекционном фоне проявилось как и в остальные годы исследований. Степени поражения индикаторов восприимчивости превысили  $72,7\%$ .

Прорастание и внедрение патогена в растение происходит осенью до появления проростка над поверхностью почвы. По литературным данным и по нашим наблюдениям на развитие возбудителя твёрдой головни и заражение



растений пшеницы влияют только климатические условия осени, то есть периода от посева до появления проростков на поверхности почвы.

Поэтому мы представили метеорологические условия наиболее значимого периода – с ноября по декабрь (таблица 4).

Таблица 4 – Метеоданные осенних периодов (по данным метеопоста НЦЗ)

Годы	Ноябрь			Декабрь		
	t, °C	∑осадков, мм	t, °C *	t, °C	∑осадков, мм	t, °C *
2007	5,5	81,6	6,1	2,0	84,8	2,5
2008	8,0	70,2	7,9	1,3	29,6	2,8
2009	8,5	96,1	8,2	4,5	87,3	4,0
2010	12,0	19,2	8,8	7,1	88,9	6,0
2011	1,4	26,7	1,0	5,8	41,1	5,0
2012	8,1	37,6	10,1	2,0	68,1	4,5
2013	9,3	35,5	9,4	0,9	56,3	2,9
2014	4,5	17,3	6,3	4,3	70,8	4,9
2015	9,5	110,2	9,5	4,0	45,7	6,0
2016	6,8	30,0	6,2	-1,0	45,7	2,7
2017	7,2	47,1	9,2	7,5	73,1	5,6
средняя многолетняя	7,3	52,0	7,5	3,5	62,9	4,3

\* - температура почвы на глубине 10 см в 18 часов

Ежегодно для формирования искусственного инфекционного фона посев питомника твёрдой головни мы производим в поздние сроки при более низких температурах. С 2007 по 2017 гг. посев осуществлялся в период 4-13 ноября.

Для контроля качества инокуляции и проявления болезни необходим восприимчивый стандарт. При отсутствии такого контроля точность полевых опытов существенно уменьшается. Слабое поражение высоковосприимчивых сортов (стандартов) объясняется двумя причинами: некачественной инокуляцией семян, либо неблагоприятными условиями для развития патогена на определенном участке (Кривченко, 1984).

В качестве индикаторов использовали высоковосприимчивый сорт Michigan Amber, а также стандарты Зимородок, Память, Палпич, Победа-50. За весь период исследований степень поражения индикатора восприимчивости Michigan Amber варьировала в пределах 91,0...100,0%. Сорта-стандарты ежегодно имели степень поражения более 50%, то есть характеризовались как высоковосприимчивые.

В период исследований с 2006 года среднегодовые температуры и количество осадков в период прорастания семян, появления всходов и дальнейшей вегетации были в пределах средне многолетних значений, либо несколько отличались. В целом благоприятные условия позволяли получать дружные всходы, мощное развитие растений и формирование искусственного инфекционного фона.

Исключением являлся 2011...2012 год. Ноябрь 2011 года отличался пониженными температурами воздуха и заморозками. Такие погодные условия являются весьма неблагоприятными для прорастания пшеницы и развития головнёвой инфекции, что способствовало получению очень слабых, редких всходов весной.

Зима 2011...2012 года отличалась экстремально низкими температурами без снежного покрова по сравнению со средними за тот же период прошлых лет. Перезимовка в жестких условиях повлекла вымерзание большей части изучаемого материала (рисунок 9,10).



Рисунок 9 – Влияние погодных условий осени 2011 г. на развитие растений в инфекционном питомнике по твёрдой головне, ст. Елизаветинская



Рисунок 10 – Влияние погодных условий осени 2011 г. на развитие растений в инфекционном питомнике по твёрдой головне, ст. Елизаветинская

## 2.2 Материал и методика проведения экспериментов

Объектами исследований являлись краснодарская популяция возбудителей твёрдой головни пшеницы (*T. caries*, *T. levis*), сорта и линии озимой мягкой, твёрдой пшеницы и тритикале, созданные в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, а также коллекционные образцы инорайонной и иностранной селекции. В период с 2007 года было высеяно 8140 образцов. Изучаемый нами материал разнообразен по генетической природе, так как создан на основе отечественного и иностранного генофонда, а также с привлечением диких сородичей.

Ежегодно для создания искусственного инфекционного фона используем изолированный участок, разбитый на две половины. Поэтому, посев проводится по пару.

В результате многолетних исследований подтверждена перспективность способа сухого заsporения семян по Борггардту-Анпилову (1 г спор на 100 г семян). В нем удачно сбалансировано соотношение возбудителя и семян, что обеспечивает очень высокую степень поражения растений при чрезвычайно простой технике заsporения. Для ускорения процесса споровую массу не взвешиваем многократно, а отбираем специальной меркой, строго дозированной на определенную массу хламидоспор (Кривченко, 1984; Методические указания, 1987).

Хламидоспоры *T. levis*, *T. caries* собираем в период восковой или полной спелости растения-хозяина. Этот период наиболее благоприятен для сбора, так как обеспечивает получение зрелых, жизнеспособных спор. В течение 2-3 суток весь собранный материал просушиваем в теплом и сухом месте. После этого пораженные колосья связываем в снопики и держим в сухом, прохладном, хорошо проветриваемом месте. Гербарные образцы хламидоспор видов твёрдой головни могут храниться в обычных условиях без существенной потери всхожести в течение длительного времени (*T. caries* – до 18 лет, *T. levis* – до 25 лет). В почве они погибают быстрее.

Подготовка инокулюма заключается в растирании головнёвых мешочков (сорусов) в ступке, просеивании через густое сито. Заспорение семян пшеницы проводим за 10 дней до посева. Навеску хламидоспор (2-4 г всхожих спор на 1 кг семян) помещаем в пакет с семенами (50 г каждого образца), встряхиваем в течение 2-3 минут (Кривченко, 1987).

Посев инокулированных семян проводим вручную за пределами оптимальных сроков во второй декаде ноября при температуре воздуха 5...10°C, наиболее оптимальной для развития болезни. Семена высеем на глубину 7-8 см. Опыт закладываем в двукратной повторности на двухрядковых делянках длиной 1 м. Для контроля качества инокуляции, а также условий проявления заболевания используем инокулированный стандарт – индикатор восприимчивости болезни, который высеем через каждые 20 номеров. В качестве восприимчивого стандарта используем сорт Michigan amber. Образцы озимой мягкой пшеницы инокулируем спорами, собранными только с образцов этого вида. Образцы озимой твёрдой пшеницы заражаем спорами возбудителя, специализированного к виду *Tr. durum*, аналогично поступаем и с сортами и линиями тритикале (Методика селекции, 1988; Методическое пособие, 2008).

Скошенные серпом растения связываем в снопы. Проводим подсчет здоровых и пораженных колосьев. Учет поражённости испытуемого материала проводим в конце фазы восковой спелости зерна методом разбора снопа: подсчёт здоровых и больных колосьев. К числу больных относим также частично поражённые колосья. После проведения оценки классифицируем сортообразцы по определенным группам устойчивости согласно единой системе, принятой в Госсортоиспытании (Методическое пособие, 2008) (таблица 5).

После оценки образцы классифицируем на группы устойчивости по методике ВИР.

Инфекционный питомник формируем согласно основным требованиям: участок пространственно изолирован от селекционных и производственных посевов; площадь участка составляет около 500 м<sup>2</sup>; для заражения используем инфекционный материал из местной популяции патогена, собираемый с

имеющегося селекционного материала; севооборот двухпольный – пшеница, пар.

Таблица 5 – Дифференциация сортов на классы устойчивости для твёрдой головки пшеницы (*Tilletia spp.*), %, (цитировано по Методике, Прага, 1988 г.)

Поражение 0%	Высокая устойчивость
Поражение до 10%	Практическая устойчивость
Поражение до 25%	Слабая восприимчивость
Поражение до 50%	Средняя восприимчивость
Поражение свыше 50%	Высокая восприимчивость

Агротехника опытного участка. Обработка почвы соответствует зональным рекомендациям. Осенью проводится вспашка с оборотом пласта на глубину 20-22 см, позволяющая улучшить почвенные условия: повысить водный запас, степень аэрации, содержание нитратов и растворимых фосфатов. В весенний период, с целью уничтожения сорной растительности, проводится дискование и две культивации. Также для выравнивания и улучшения структуры почвы проводится культивация перед посевом. Комплексное удобрение вносится осенью под основную обработку. Весной проводятся две подкормки аммиачной селитрой в дозе по 200 кг/га. Уборка – жатва вручную.

Статистическую обработку полученных данных проводили по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерных программ.

### 2.3 Характеристика исходного материала, использованного в экспериментах

Для получения устойчивых или трансгрессивных по резистентности к твёрдой головке форм озимой пшеницы и выявления типа наследования этого признака, были подобраны сорта и линии из разных эколого-географических

зон, отличающиеся по поражению болезнью и по основным биологическим свойствам и морфологическим признакам (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика родительских форм по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, НЦЗ, 2008-2014 гг.

Родительская форма	Степень поражения твёрдой головнёй, %						
	2008	2009	2010	2011	2013	2014	среднее
Вита	18,8	29,6	22,4	24,7	22,4	24,7	23,8
Л.220p2-1	5,3	5,2	3,4	6,9	12,0	7,2	6,7
Память, ст.	75,9	72,2	78,9	85,3	78,9	78,1	78,2
Зимородок	90,3	94,0	84,2	89,4	98,3	86,5	90,5
Заря	2,9	3,0	3,4	5,5	3,8	4,4	3,8
PI178383	0	0	0	0	0	0	0
Смуглянка (од.)	3,9	4,7	5,8	5,6	2,9	3,2	4,3

В качестве родительских форм были взяты 3 сорта и одна линия краснодарской селекции – Вита, Зимородок, Память и Л. 220p2-1, сорт украинской селекции Смуглянка, сорт Заря и американская линия PI 178383.

Сорт Вита – среднеспелый, созревает на 2-3 дня позже Безостой 1, устойчив к полеганию и осыпанию. Высота растения – 90-95 см, разновидность *lutescens Alef*. Потенциал зерновой продуктивности 100 ц с1 га. Соответствует требованиям, предъявляемым к «ценным» пшеницам. Устойчив к стеблевой ржавчине и твёрдой головне. Среднеустойчив к мучнистой росе. Средневосприимчив к бурой и жёлтой ржавчинам, септориозу и фузариозу колоса. Морозостойкость выше средней степени. Обладает высокой засухоустойчивостью. К твёрдой головне проявляет среднюю восприимчивость.

Сорт Память – среднеспелый, созревает одновременно с Соратницей. Высокоустойчив к осыпанию и полеганию. Разновидность *lutescens Alef*. Высота растения 95...100 см. потенциал зерновой продуктивности свыше 100 ц

с 1 га. Соответствует «ценным» пшеницам. Сорт устойчив к пыльной головне, обладает полевой резистентностью к бурой и жёлтой ржавчинам. Имеет среднюю устойчивость к стеблевой ржавчине, септориозу, мучнистой росе и фузариозу колоса. Засухоустойчивость и морозостойкость средние. Восприимчив к твёрдой головне.

Сорт Зимородок – среднеспелый, разновидность *lutescens Alef*. Высота растений 95...110 см. Потенциал зерновой продуктивности свыше 90 ц с 1 га. Устойчив к полеганию. Занесен в список «ценных» пшениц. Обладает полевой устойчивостью к бурой ржавчине. Среднеустойчив к септориозу, мучнистой росе и фузариозу колоса. Средневосприимчив к стеблевой и жёлтой ржавчинам. Восприимчив к твёрдой головне.

Линия PI 178383 – среднеспелая, разновидность *eritrospermum Körn*. Высота растений 100...110 см. Обладает комплексом эффективных генов резистентности к твёрдой головне – Vt8, Vt9, Vt10, представляющих большой интерес в селекции на устойчивость.

Сорт Заря – создан в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства центральных районов нечерноземной зоны. Среднеспелый, разновидность *lutescens Alef*. Зимостойкий, среднеустойчив к засухе. По устойчивости к полеганию имеет оценку от средней до высокой. Масса тысячи зерен 41-62 г. Хлебопекарные качества хорошие. Является практически резистентным к твёрдой головне благодаря наличию эффективного гена устойчивости VtZ, интродуцированного в него от пырея сизого (*Agropyron glaucum*).

Сорт Смуглянка и линия Л. 220p2-1 в результате многих лет испытаний на искусственных инфекционных фонах характеризуется нами как практически устойчивы к твёрдой головне.

Линия Л. 220p2-1 создана в результате скрещивания, проведённого в 1993 году, с последующим отбором элитных потомств в нескольких поколениях. Линия обладает типом устойчивости, когда возбудитель проникает в растение,



но мицелий настолько ослаблен, что не доходит до колоса или же поражает лишь часть зерен в колосе (Алфимов, 2001).

Наследование устойчивости изучали у гибридов, полученных по неполной диаллельной схеме скрещиваний.

Гибридизацию проводили путем ручной кастрации с последующим опылением твел-методом.

Гибриды первого поколения высевали в гибридном питомнике сеялкой Hege-90. На стадии полной спелости все гибриды и родительские формы вырывали с корнем и в лаборатории проводили структурный анализ, в который входили следующие признаки: общая и продуктивная кустистость, высота растения, длина главного колоса, количество колосков главного колоса, масса главного колоса, масса остальных колосьев растения, количество и масса зерен главного колоса, количество и масса зерен остальных колосьев, масса 1000 зерен.

Кроме гибридов, полученных и изученных в системе диаллельных скрещиваний, анализировали и другие гибридные комбинации, полученные с участием источников устойчивости к твёрдой головне пшеницы.

При фенологических наблюдениях проводили учёт поражения бурой и жёлтой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом.

### 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И ВРЕДНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

#### 3.1 Распространение возбудителей твёрдой головни в агроценозах и на семенах зерновых колосовых культур

Для выявления распространения возбудителей головнёвой инфекции ежегодно проводится обследование посевов зерновых культур и фитопатологическая экспертиза семенного материала, предназначенного для посева.

Фитоэкспертиза – неотъемлемый элемент производства семян зерновых культур в настоящее время. Этот приём семенного контроля является важным подготовительным процессом перед посевом. Фитопатологический анализ позволяет выбрать наиболее подходящий препарат и дифференцированно подойти к протравливанию (Алехин, Семьнина, 2003).

В 90-е годы прошлого столетия в Краснодарском крае твёрдая головня ежегодно выявлялась на 8-63% (в 1997 – 89,1%) от обследованной площади. В период с 2000 года этот показатель уменьшился. Тем не менее, в посевах озимой пшеницы твёрдая головня ежегодно обнаруживается на 1,5-2,5 тыс. га при распространении 0,01-0,05%. Поражение, как правило, отмечается на посевах, где при обработке семян нарушались регламенты применения препаратов или посев проводили зараженными головнёй семенами.

В 2005 году головнёвые на посевах озимых зерновых культур обнаруживались на 3% обследованной площади. Фитоэкспертизой выявлено 9,5 тыс. тонн семян, заспоренных твёрдой головнёй (Распространение, 2005).

В 2006 году в посевах озимых головня встречалась на 2,5% обследованной площади. На заспоренность семенного материала проанализировано 54,9 тыс. тонн – 452 образца. Заражено было 12,5 тыс. тонн семян, что составляет 25% (Распространение, 2006).

Распространение твёрдой головни на посевах в 2007 году составило 0,05%. Больше пораженных площадей отмечалось в южно-предгорной и западной зонах Краснодарского края. По данным фитоэкспертизы заспоренных твёрдой головнёй семян оказалось 31%. Сильнее и больше головневых партий выявлялось в крестьянско-фермерских хозяйствах и в некоторых коллективных

подразделениях Выселковского, Абинского, Курганинского, Красноармейского, Калининского, Кущевского, Щербиновского, Тихорецкого, Крыловского, Новокубанского, Лабинского и Мостовского районов. Максимальное поражение (120-400 спор/зерно) выявлено в крестьянско-фермерских хозяйствах «Гричик» и «Васильченко» Абинского района – 20 тонн (Распространение, 2007).

В 2008 году твёрдая головня встречалась с распространением 0,001%. Больше поражённых площадей отмечалось в южно-предгорной и западной зонах края. По данным фитоэкспертизы, заспоренных твёрдой головнёй партий семян озимых было 16%. Всего проанализировано 73,2 тыс. тонн, заспорено 12,1 тыс. тонн. Больше заспоренных партий отмечено в хозяйствах Абинского, Крыловского, Лабинского, Мостовского, Успенского районов и в городе Горячий Ключ. Сильнее заспорены семена в крестьянско-фермерском хозяйстве «Голубятников» – 30 тонн с максимальным заспорением (770 спор/зерно) (Распространение, 2008).

В 2009 году твёрдая головня встречалась на площади 12,5 тыс. га, с распространением 0,01...0,001%. Больше поражённых площадей отмечалось в южно-предгорной и западной зонах края. Максимальное распространение 0,4% отмечалось в крестьянско-фермерском хозяйстве «Чапов» Мостовского района на 50 га. Проанализировано 45,8 тыс. тонн семян, заспорено твёрдой головней 16,3 тыс. тонн, что составило 35%. В крестьянско-фермерских хозяйствах этот показатель составил 60%, где заспоренность достигала 2500 спор/зерно. Наибольшее количество заражённых семян отмечено в крестьянско-фермерских и коллективных хозяйствах Абинского, Курганинского, Щербиновского, Новопокровского, Северского, Тбилисского, Славянского, Мостовского, Лабинского, Отрадненского, Крыловского, Калининского, Староминского районов и в городах Армавир и Горячий Ключ. Максимальное заспорение (2500 спор/зерно) отмечено в индивидуальном хозяйстве «Налетов» Абинского района – 20 тонн (Распространение, 2009).

В 2010 году на посевах твёрдая головня не обнаружена. Фитоэкспертиза проведена в 39 районах края. Проанализировано 62,1 тыс. тонн, заспорено твёрдой головнёй 15,5 тыс. тонн, что составляет 25%, в крестьянско-фермерских и индивидуальных хозяйствах – 58%. Наибольшее заспорение отмечено в Абинском, Славянском, Староминском, Приморско-Ахтарском,

Брюховецком, Крыловском, Новокубанском, Выселковском, Белореченском, Мостовском, Динском, Курганинском, Красноармейском, Щербиновском районах и в городе Армавир. Максимальное заспoreние 45 (спор/зерно) выявлено в Белореченском районе – 100 тонн (Распространение, 2010 г.).

В 2011 году обследовано 14,7 тыс. га озимой пшеницы. На площади 0,2 тыс. га отмечена головня. Повышенное распространение твёрдой головни, как и в прошлые годы, отмечалось в крестьянско-фермерских хозяйствах предгорной, центральной и западной зон. В Новокубанском районе края заболевание проявилось на сортах Сила и Гром (Распространение, 2011).

В 2012 году поражение выявлено на 1,6 тыс. га из 162 и составило 1% обследованной площади. Проанализировано 157,4 тыс. тонн семян, 40,6 тыс. тонн из которых заспoreно (26%). Максимальное заспoreние (165 спор/зерно) отмечено в Калининском районе края (Распространение, 2012).

По результатам фитоэкспертизы семенного материала в 2001 году установлено, что из проанализированных 54,3 тыс. тонн семян было заражено 24,3 тыс. тонн, что составляет 45% (Распространение, 2001).

Распространение твёрдой головни в посевах и на семенах озимой пшеницы в Краснодарском крае в разные годы представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Распространение твёрдой головни в посевах и на семенах озимой пшеницы в Краснодарском крае (данные ФГБУ «Россельхозцентр»)

Год	Площадь поражения, га	Проанализировано семян, тыс. т.	Заражено, тыс. т.	Заражено, %
2001	2673	54,3	24,3	45,0
2005	2430	33,7	9,5	28,2
2010	1250	62,1	15,5	25,0
2013	1190	115,8	28,8	25,0
2016	970	129,1	42,1	32,6
НСР <sub>05</sub>		0,76	1,08	

Фитоэкспертизой семенного материала установлено, что в 2005 году из проанализированных 33,7 тыс. тонн семян (335 образцов) твёрдой головнёй заражено 9,5 тыс. тонн, что составляет 28,2% (Распространение, 2005).

В 2010 году фитоэкспертиза семян зерновых культур проведена в 39 районах края – крестьянско-фермерских и коллективных хозяйствах. Проанализировано 62,1 тыс. тонн семян, из которых выявлено 15,5 тыс. тонн заспоренных твёрдой головнёй в слабой степени (до 15 спор/зерно), что составляет 25% обследованного количества семян. Твёрдая головня отмечалась на посевах, где при обработке семян нарушались регламенты применения препаратов или посев проводили заражёнными головнёй семенами. Наибольшее количество заспоренных семян выявлено в КФХ и индивидуальных хозяйствах (Распространение, 2010).

В 2013 году по результатам фитоэкспертизы, количество заражённых головнёй семян соответствовало уровню 2010 года (из проанализированных 115,84 тыс. тонн семян, заражённых головнёй выявлено 28,8 тыс. тонн, т.е. 25%) (Обзор, 2013)

В последние годы основное количество выявляемых партий семян, заражённых головнёй, заспорены в слабой степени (до 15 спор/зерно). Количество партий с более высокой степенью заsporения (16 и более спор/зерно) значительно снизилось и составляет 0,4-0,6% от общего количества обследованных.

Наибольшее количество заражённых партий (до 60% от обследованного зерна) отмечается в КФХ края. Также в КФХ выявляются партии семян с наиболее сильным поражением (до 2500 спор/зерно).

Вредоносность головнёвых за последние несколько лет снизилась, т.к. в крае постоянно ведется контроль за распространением возбудителей, проводится апробация, фитоэкспертиза семян и качественное протравливание семенного материала системными протравителями.

Наиболее часто возбудитель твёрдой головни выявляется в южно-предгорной, западной и центральной зонах Краснодарского края. В наибольшей мере распространению возбудителей *Tilletia spp.* в посевах подвержены Абинский, Брюховецкий, Калининский, Красноармейский, Красноармейский, Крыловской, Курганинский, Лабинский, Мостовской, Новопокровский, Отраденский, Приморско-Ахтарский, Северский, Славянский, Староминский,

Тбилисский, Успенский и Щербиновский районы края, а также города Армавир и Горячий Ключ.

Помимо посева в поздние сроки, глубокой заделки семян, некачественного протравливания, поражению твёрдой головнёй способствует жизнеспособность и агрессивность инокулюма.

В литературе имеются разные сведения о жизнеспособности спор возбудителя твёрдой головни пшеницы. Как отмечает G.W. Fischer (1936), гербарные образцы фитопатогена способны сохранять жизнеспособность в течение 16...18 лет. Д.А. Дёмин (2005) указывает на снижение уровня агрессивности спор возбудителя более чем наполовину уже после двух лет хранения в лабораторных условиях. Т.Д. Страхов (цит. по В.Ф. Пересыпкину, 1974) установил, что жизнеспособность хламидоспор твёрдой головни в почве долго сохраняться не может. Они быстро прорастают и погибают под действием почвенных микроорганизмов.

На прорастание хламидоспор большое влияние оказывают факторы среды, в первую очередь температура и влажность. В связи с этим представляло научный интерес установить, влияет ли хранение спор на их жизнеспособность и агрессивность в течение трех и более лет в лабораторных условиях.

В 2009...2010 с.-х. г. нами проведен эксперимент по определению жизнеспособности спор генерации 2007, 2008 и 2009 годов. В эксперимент было включено три сорта: Память, Вита и Зимородок, два из которых (Память и Зимородок) относятся к классу высоко восприимчивых и один (Вита) – как слабо восприимчивый. Споры хранили в бюксе при температуре 22...24°C в эксикаторе с силикагелем при влажности воздуха 14%.

Контролировали жизнеспособность спор генераций разных лет по способности к прорастанию. Количество проросших спор в висячей капле в инфекционном материале, собранном в 2007 г., составило 87,9%±4,8, в инокулюме 2010 г. – 89,3%±4,2, т.е. различия не существенны.

Степень поражения сортов Память и Зимородок при инокуляции генерацией спор возбудителя 2007 г. составила 72,6 и 73,8% соответственно, что не противоречит ежегодным и среднегодовым данным, при заражении нехранившимся материалом (таблица 8).

Аналогичные результаты были получены и по слабовосприимчивому сорту Вита. Его степень поражения при инокуляции спорами, полученными в 2007 г.,

составила 17,4%. По многолетним данным степень поражения сорта Вита находится в диапазоне 15,9...22,7%.

Таблица 8 – Степень поражения сортов в зависимости от срока сбора инфекции, искусственный инфекционный фон, 2010 г.

Сорт	Год сбора инфекции	Срок хранения инфекции, лет	Степень поражения, %
Память	2007	3	72,6
	2008	2	67,8
	2009	1	75,7
Вита	2007	3	17,4
	2008	2	18,6
	2009	1	16,4
Зимородок	2007	3	73,8
	2008	2	80,0
	2009	1	84,2

Таким образом, установлено, что хранение хламидоспор возбудителя твёрдой головни пшеницы в лабораторных условиях при температуре 22...24°C на фоне низкой влажности воздуха (14%) в течение трех лет не влияет на жизнеспособность и агрессивность инфекционного материала.

Как уже описано в главе 1, твёрдая головня пшеницы представлена двумя видами возбудителей: *T. caries* и *T. levis*., биологический цикл этих грибов одинаков. Симптомы проявления заболеваний идентичны. По патогенности, механизму воздействия на растение и специализации оба вида также почти не отличаются друг от друга. Различаются виды по морфологии спор, это подробно описано на стр. 19-20 диссертации. Существенные различия между ними отмечаются лишь по характеру распространения. В многочисленных литературных источниках указано, что для северных и центральных регионов страны наиболее специфичен вид *T. caries*, для южных и юго-восточных – *T. levis*. (Кривченко, 1984; Методика селекции, 1988; Алфимов, 2001; Методическое пособие, 2008 и др.). Кривченко В.И. (2008) указывает, что возможен занос патогенов обоих видов в несвойственные для них зоны. Однако длительная локализация очагов *T. caries* в южных, а *T. levis* – в северных областях не была зарегистрирована.

Одним из основных правил работы с патогенами является определение видовой принадлежности возбудителя. Поэтому перед нами была поставлена задача уточнить видовой состав возбудителей заболевания. Маршрутные обследования посевов озимой пшеницы и тритикале в различных агроклиматических зонах Краснодарского края по сбору колосьев с признаками поражения твёрдой головнёй и в последующем микологический анализ сорусов и спор показали, что доминирует вид *T. caries*. Споры *T. levis* встречаются значительно реже. В образцах из Курганинского, Лабинского и Отрадненского районов обнаруживали споры карликовой головни *T. controversa*, характерной для предгорных и горных географических поясов.

Таблица 9 – Видовой состав и частота встречаемости возбудителей твёрдой головни озимой пшеницы, Краснодарский край, 2007-2014 гг.

Вид	Частота встречаемости, %; районы				
	Курганинский	Лабинский	Отрадненский	Славянский	Красноармейский
<i>T. caries</i>	55,1	59,9	51,1	64,6	66,0
<i>T. levis</i>	36,3	29,7	32,1	35,4	24,0
<i>T. controversa</i>	8,6	10,4	16,8	-	-

Таким образом, мы уточнили видовой состав грибов рода *Tilletia* на пшенице. Наши данные убедительно свидетельствуют о том, что в Краснодарском крае, выделено два основных вида: *T. levis* и *T. caries*, с преобладанием *T. caries*.

### 3.2 Влияние глубины заделки семян на степень поражения твёрдой головнёй

Наиболее распространенные способы борьбы с твёрдой головнёй пшеницы (возделывание устойчивых сортов, протравливание семян) следует дополнять некоторыми агротехническими приемами. Глубина заделки семян является наиболее важным фактором, ограничивающим интенсивность заражения твёрдой головнёй. Растения сильнее поражаются при более глубокой заделке семян. При глубокой заделке увеличивается продолжительность периода уязвимости растений, который определяется временем от начала прорастания



семян до появления всходов. Чем глубже заделаны семена, тем дольше длится период контакта возбудителя и растения и соответственно увеличивается число заражённых проростков. Поэтому для того, чтобы избежать поражения пшеницы твёрдой головнёй необходимо проводить посев на оптимальную глубину 4...5 см и не допускать ее увеличения.

В 2010 году мы изучали влияние глубины заделки семян на степень поражения различных сортов озимой пшеницы твёрдой головнёй на фоне искусственной инокуляции. В эксперименте изучали два сорта (Вита – устойчивый, Зимородок – восприимчивый) и три глубины заделки семян (2 см, 5 см, 10 см). Степень поражения сорта Вита при глубине заделки семян 2 см составила 3,9%, 5 см – 5,3%, 10 см – 27,6%. Сорт Зимородок в первом варианте поразился на 26,9%, во втором – на 59,1%, в третьем – на 71,4% (рисунок 11).

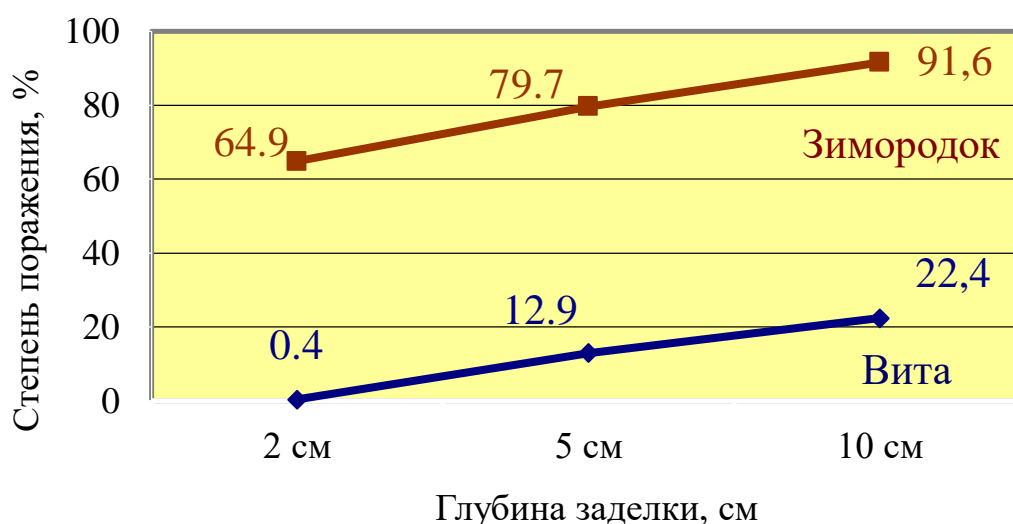


Рисунок 11 – Влияние глубины заделки семян пшеницы на степень поражения твёрдой головнёй, Краснодар, иск. инф. фон, 2010 г.

Таким образом, наши исследования подтвердили данные, полученные в 1960...1980 гг. М.В. Горленко, В.Ф. Пересыпкиным, В.И. Кривченко об усилении степени поражения пшеницы твёрдой головнёй с увеличением глубины заделки семян.

## 4 ПОЛИМОРФИЗМ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ ТВЁРДОЙ ГОЛОВНИ

### 4.1 Дифференциация образцов мирового генофонда пшеницы по устойчивости к твёрдой головне

Ключевой проблемой селекции на устойчивость к твёрдой головне является наличие ограниченного количества генетически разнообразных доноров и источников. Столь узкая генетическая основа устойчивости может оказаться слишком уязвимой для основных возбудителей болезни. Для этого необходимо особое внимание уделять поиску гендоноров устойчивости, проводить комплексное изучение генофонда и использовать генетическое разнообразие в селекционных программах.

С 2007 года мы проводим поиск надежных источников устойчивости к твёрдой головне пшеницы среди коллекционных образцов отечественной и иностранной селекции из разных стран мира при искусственном заражении, изучение их биологических особенностей и хозяйственно-ценных признаков.

За период 2007...2016 гг. в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне была изучена устойчивость к твёрдой головне 1983 коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы. Частота встречаемости высокоустойчивых образцов не превышала 3,7% от общего количества. Доля образцов с практической устойчивостью варьировала по годам от 2,6% до 9,6%. Определенный интерес для селекции представляют образцы, обладающие слабой восприимчивостью, их встречаемость в среднем за пять лет изучения составила 6,5%. Большинство образцов проявляли высокую степень восприимчивости – 72,4%. Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что количество надежных источников устойчивости к возбудителям твёрдой головни ограничено, что не может не сказываться на эффективности селекционной работы (таблица 9).

Таблица 9 – Дифференциация образцов мирового генофонда озимой мягкой пшеницы по устойчивости к твёрдой головне при искусственной инокуляции

Год	Всего образцов, шт.	В том числе по классу устойчивости, %				
		ВУ	ПУ	СлВ	СрВ	ВВ
2007	40	0,0	2,6	4,9	17,2	75,3
2008	41	0,0	4,1	4,1	8,2	83,6
2009	191	0,5	8,4	6,3	19,9	64,9
2010	205	0,5	8,3	11,7	20,5	59,0
2011	453	0,2	5,1	8,9	21,5	64,3
2013	456	0,5	3,3	4,8	10,9	80,5
2014	415	0,1	5,9	9,9	13,8	70,3
2015	82	3,7	9,6	7,2	8,4	71,1
2016	100	0,0	3,0	1,0	13,3	82,7
Всего	1983	0,6	5,6	6,5	14,9	72,4

В число изученных вошли основные районированные и перспективные сорта селекции России, Украины, стран Центральной и Западной Европы и др. Они различаются по основным морфологическим признакам и биологическим свойствам – продолжительности вегетационного периода, высоте растений, устойчивости к наиболее распространенным и вредоносным важнейшими заболеваниями и качеству зерна.

Наибольшее количество устойчивых генотипов обнаружено среди образцов из Румынии (11,5%), Германии (8,3%), России (7,9%). Меньше всего восприимчивых форм выявлено в Румынии (48,1%), Болгарии (57,9%), Венгрии (58,5%), Германии (66,0%). Среди образцов из Франции, Австрии и Сербии не встречались устойчивые образцы. Количество восприимчивых генотипов составило соответственно 84,9%, 87,5% и 74,8% (таблица 10).

Таблица 10 – Распределение образцов коллекции по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, 2007-2016 гг.

Страна	Количество изученных образцов, шт.	Встречаемость образцов, %			
		ВУ+ПУ	СлВ	СрВ	ВВ
Россия	584	7,9	6,7	17,6	67,8
Украина	436	3,9	4,2	19,0	72,9
Чехия	185	3,3	4,4	8,8	83,5
Германия	149	8,3	10,4	15,4	66,0
Франция	116	0	5,4	9,7	84,9
Венгрия	116	5,0	17,5	19,1	58,5
Болгария	68	1,5	16,4	24,3	57,9
Австрия	67	0	3,2	9,4	87,5
Сербия	61	0	5,0	20,2	74,8
Румыния	40	11,5	23,2	17,3	48,1
Др. страны	161	5,2	13,4	12,5	69,0

Дело в том, что в странах Западной Европы селекцию зерновых колосовых культур на устойчивость к головневым болезням не проводили, полагаясь на предпосевное протравливание семян. Это считалось более выгодным, чем добавлять к многочисленным требованиям, предъявляемым к сортам, еще одно, осложняющее селекционную работу. В Германии, например, в последние годы под давлением экологов, селекционеры стали вести селекцию на устойчивость к головне и наши данные подтверждают наметившийся селекционный прогресс.

В условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий востребованность генетических ресурсов возрастает. Наиболее важная роль при этом отводится генотипам с высоким потенциалом резистентности к действию биотических и абиотических стрессоров. В связи с этим, большое

количество образцов мирового генофонда мы изучаем по устойчивости к наиболее распространенным и вредоносным болезням при искусственном заражении для полноценной их иммунологической характеристики. В таблице 11 представлена иммунологическая характеристика источников устойчивости к твёрдой головне иностранной селекции различного генетического и географического происхождения.

Таблица 11 – Иммунологическая характеристика источников устойчивости к твёрдой головне иностранной селекции, Краснодар, искусственный инфекционный фон, 2007-2016 гг.

Образец	Страна происхождения	Степень поражения, %, балл, тип реакции*			
		твёрдой головнёй	бурой ржавчиной	жёлтой ржавчиной	фузариозом колоса/зерна
PI 178383	США	0	5 R	80 S	5/5 MS
Klein Estrella	Аргентина	3,1	10 R	40 MS	5/4MR
Экспромт	Украина	4,4	1 R	10 R	4/3 MR
Смуглянка	Украина	5,8	30 MS	30 MR	4/3 MR
Золотоколоса	Украина	7,4	30 MS	50 MS	5/4 MR
Hadm 25612-02	Германия	8,9	20 MR	0	9/7 S
Skagen	Дания	9,1	90 S	0	9/9 VS
Samuraj	Германия	9,3	50 MS	0	9/9 VS
MV Piroska	Венгрия	9,3	70 S	0	9/8 VS
SG-S 150-03	Чехия	9,4	70 S	20 MR	9/8 VS
Zobel	Германия	9,5	30 MS	0	9/9 VS
Brilliant	Германия	9,8	80 S	10 R	9/8 S
SG-S 110-03	Чехия	9,9	80 S	5 R	6/5 MS
Enola	Болгария	9,9	80 S	1 R	5/4 MR
Michigan	США	98,0	100 S	100 S	5/4 MR
Память, стандарт	Россия	86,5	60 MS	70 S	4/3 MR

\* Тип реакции: R – устойчивость, MR – умеренная устойчивость, MS – умеренная восприимчивость, S – восприимчивость.

Наибольшую ценность для селекции представляют формы с групповой и комплексной устойчивостью к наиболее распространенным и вредоносным фитопатогенам. Так, по нашим многолетним данным, линия PI 178383 проявляет иммунитет к возбудителям краснодарской популяции твёрдой головни. В научной литературе имеются сведения о том, что ее иммунитет к патогенам рода *Tilletia* детерминирована генами Vt8, Vt9 и Vt10. В условиях Краснодара она устойчива к бурой ржавчине, умеренно восприимчива к фузариозу колоса, сильновосприимчива к жёлтой ржавчине. Сорта Золотоколоса, Экспромт и Смуглянка, созданные в институте физиологии растений и генетики НАН Украины, высокую резистентность к твёрдой головне сочетают с умеренной устойчивостью к фузариозу колоса. Сорт Экспромт обладает высокой устойчивостью к двум видам ржавчины (бурой и жёлтой).

В условиях Краснодара устойчивые к возбудителям твёрдой головни сорта озимой пшеницы, созданные в НИИ ЦРНЗ (Немчиновка), как правило, проявляют восприимчивость к местной популяции возбудителя бурой ржавчины (за исключением сорта Памяти Федина) и значительно поражаются возбудителем жёлтой ржавчины (кроме сорта Инна). Следует отметить, что практически все сорта, представленные в таблице 12, обладают относительной устойчивостью или умеренной восприимчивостью к возбудителям фузариоза колоса и зерна (за исключением сорта Самкрас, созданного в Самарском НИИСХ).

Э.Д. Неттевич (1982) указывал, что большинство источников недостающих ценных признаков мало пригодны для непосредственного использования в селекции из-за низкой продуктивности, экологической неприспособленности и других отрицательных характеристик. По его мнению, вовлечение такого материала в скрещивания значительно удлиняет работу по созданию новых сортов, что противоречит современным темпам и требованиям.

Таблица 12 – Иммунологическая характеристика источников устойчивости к твёрдой головне отечественной селекции, Краснодар, искусственный инфекционный фон, 2009-2013 гг.

Образец	Оригинатор	Степень поражения, %, тип реакции, балл			
		твёрдой головнёй	бурой ржавчиной	жёлтой ржавчиной	фузариозом колоса/зерна
Московская 40	НИИ ЦРНЗ	0,2	60 S	50 MS	6/5 MS
Инна	НИИ ЦРНЗ	0,2	80 S	10 MR	6/4 MS
Немчиновская 57	НИИ ЦРНЗ	1,1	60 S	50 MS	4/3 MR
Памяти Федина	НИИ ЦРНЗ	1,9	10 MR	60 MS	5/4 MR
Орловская 241	ВНИИЗБК	2,8	80 S	50 MS	6/5 MS
Самкрас	СНИИСХ	3,6	50 MS	70 S	9/6 S
Заря	НИИ ЦРНЗ	3,7	80 S	30 MS	5/4 MR
Безенчукская 380	СНИИСХ	9,4	80 S	20 MR	4/3 R
Память, ст.	НЦЗ им. П.П.Лукьяненко	76,5	60 MS	70 S	4/3 MR
Michigan amber инд. восп	США	98	100 S	100 S	4/3 R

А.Ф. Мережко (1984) отмечал, что затруднено или совсем невозможно привлечение в селекцию образцов, ценные признаки которых контролируются генами, негативно влияющими на какие-либо важные свойства или очень тесно сцепленные с другими факторами, обуславливающими отрицательные характеристики растений. Сложная задача возникает при полигенном контроле передаваемого признака. В этом случае эффективность отбора интересующих селекционера генотипов становится очень низкой и создается впечатление, что ценная характеристика используемой родительской формы как бы исчезает в результате гибридизации.

Ценность источников устойчивости к твёрдой головне определяли по наличию у них комплекса хозяйственно ценных признаков и свойств. Кроме того, при отсутствии хороших агрономических признаков удлиняются сроки создания сорта, так как возникает необходимость использовать беккроссы или сложные скрещивания для снижения отрицательного влияния используемых источников. Поэтому наибольшую ценность для селекции представляют устойчивые образцы, имеющие показатели на уровне или несколько уступающие адаптированным к местным условиям стандартным сортам.

Так, высоко резистентные к твёрдой головне образцы иностранной селекции различаются по наступлению даты колошения на 16 дней, среди них есть как ультраскороспелые (Enola), так и очень позднеспелые (Надм 25612-02, Zobel) (таблица 13). Выявлен полиморфизм сортов и по высоте растений: от полукарликов до среднерослых. По урожайности стандартному сорту Память соответствуют Золотоколоса, Экспромт, Смуглянка и SG-S 110-03. Остальные образцы уступают ему. Позднеспелые образцы из Германии, Дании и Чехии в наших условиях формируют очень щуплое, низконатурное зерно, в результате чего содержание белка и клейковины в нем повышается. Высоконатурным зерном характеризуются сорта Enola, Смуглянка и SG-S 110-03, по содержанию белка и клейковины они несколько уступают ценной пшенице Память.

Высоко устойчивые к твёрдой головне сорта озимой пшеницы отечественной селекции по дате колошения соответствуют среднеспелым (Самкрас), среднепоздним (Орловская 241, Немчиновская 57) и позднеспелым (Московская 40, Безенчукская 380) сортам. По высоте растений Немчиновская 57, Самкрас соответствуют среднерослому сорту Память; Московская 40, Орловская 241 и Безенчукская 380 значительно превышают его.



Таблица 13 – Хозяйственно-биологическая характеристика иностранных источников устойчивых к твёрдой головне, Краснодар, 2007-2016 гг.

Образец	Дата колосения, май	Высота растений, см	Содержание, %		Натура зерна, г/л	Урожайность, кг с 5 м <sup>2</sup>	Урожайность, ц с 1 га
			белка	клейковины			
Enola	6-8	97	13,7	22,9	770	4,4	88,0
MV Piroska	8-10	94	12,2	18,2	752	4,6	92,0
Brilliant	21-23	93	14,3	24,2	754	3,4	68,0
Samurai	21-23	86	13,9	22,0	687	3,6	72,0
Hadm 25612-02	22-24	91	14,4	24,9	714	4,2	84,0
Zobel	22-24	96	14,8	25,9	749	3,6	72,0
Skagen	21-23	97	14,6	24,6	741	3,6	72,0
Золотоколоса	8-10	106	12,4	18,8	758	5,4	108,0
Экспромт	9-11	111	12,7	20,0	757	5,2	104,0
Смуглянка	9-11	104	12,9	22,4	785	5,4	108,0
SG-S 110-03	12-14	115	13,4	23,3	786	5,4	108,0
SG-S 150-03	17-19	91	12,9	19,7	699	3,6	72,0
Память, ст.	13-15	110	13,9	25,3	778	5,2	104,0
НСР <sub>05</sub>		1,85	0,89	1,01	4,35	0,54	1,52

По зерновой продуктивности все сорта, представленные в таблице 14, уступают стандарту на 1,4-2,6 кг с 5м<sup>2</sup>. При низком урожае зерна сорта имеют преимущество перед стандартом по содержанию белка и клейковины.

Таблица 14 – Хозяйственно-биологическая характеристика источников устойчивых к твёрдой головне отечественной селекции, Краснодар, 2007-2016 гг.

Образец	Дата колошения, май	Высота растений, см	Содержание, %		Натура зерна, г/л	Урожайность, кг с 5 м <sup>2</sup>	Урожайность, ц с 1 га
			белка	клейковины			
Безенчукская 380	21-23 V	137	14,8	26,6	763	3,1	62,0
Орловская 241	18-20 V	131	14,9	26,9	723	2,6	52,0
Немчиновская 57	18-20 V	108	14,4	26,0	767	3,7	74,0
Московская 40	20-22 V	118	16,5	31,7	763	3,8	76,0
Самкрас	14-16 V	108	14,6	25,6	731	3,6	72,0
Память, ст.	13-15 V	110	13,9	25,3	778	5,2	104,0
НСР <sub>05</sub>		2,66	0,88	1,43	5,66	0,62	3,2

Таким образом, данные наших исследований позволили расширить сортимент источников и доноров устойчивости пшеницы к твёрдой головне. Для повышения эффективности и результативности селекционных программ, призванных повысить резистентность селекционного материала, а в дальнейшем и сортов, выделившиеся источники прошли комплексную оценку на хозяйственную полезность. С учётом наличия или отсутствия важных агрономически ценных признаков среди выделенных источников следует осуществлять подбор родительских пар для гибридизации.

#### 4.2 Скрининг сортов пшеницы мягкой озимой

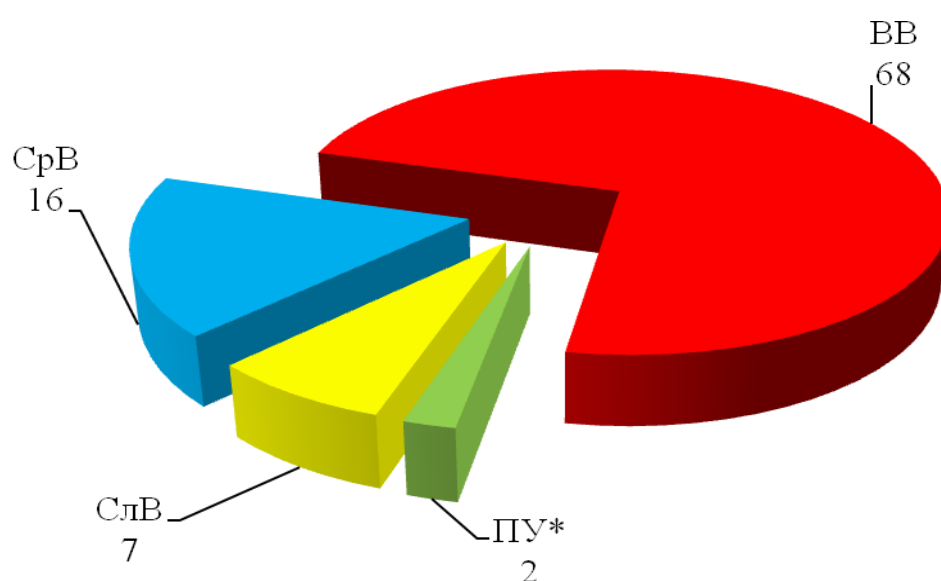
ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» по устойчивости к твёрдой головне

В Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, устойчивости пшеницы к твёрдой головне уделяется большое внимание.

Ежегодно создаваемые нами искусственные инфекционные фоны позволяют проводить оценку большого количества селекционного и коллекционного материала из разных регионов Российской Федерации, а также всего Мира на устойчивость к основным распространенным болезням пшеницы. Выявленные источники устойчивости оцениваются по хозяйственно-биологическим признакам и вовлекаются в селекционные программы (Аблова и др., 2014).

Благодаря тестированию материала на фоне искусственного заражения твёрдой головней, поиску надежных источников устойчивости и вовлечению их в скрещивания за многолетний период были получены сорта пшеницы с разной степенью генетической защиты от возбудителей данного заболевания.

За период с 2007 по 2016 гг. нами было изучено 93 сорта мягкой пшеницы, созданных в НЦЗ и включенных в Государственный реестр Российской Федерации (рисунок 12).



\* – ПУ – практически устойчивые; СлВ – слабовосприимчивые; СрВ – средневосприимчивые; ВВ – высоковосприимчивые

Рисунок 12 – Дифференциация сортов пшеницы мягкой селекции НЦЗ по устойчивости к возбудителю твёрдой головни, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2007-2016 гг.

Результаты исследований показали, что 68 из них являются высоковосприимчивыми к твёрдой головне. 23 сорта мы отнесли к группам средне- и слабовосприимчивых, т.к. средняя степень их поражения возбудителем не превышала 48,4%. И всего два сорта выделилось со степенью поражения менее 10%.

Считается, что для учета поражения твёрдой головнёй необходимо иметь не менее 100 колосьев. За все годы изучения сортов пшеницы в наших исследованиях общее количество учитываемых колосьев в сортообразцах варьировало от 108 до 496.

В 2007 году на искусственном инфекционном фоне нами было изучено 49 сортов озимой и яровой мягкой пшеницы, созданных в НЦЗ им. П.П.Лукияненко (таблица 15).

Таблица 15 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2007 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Купава	30	194	224	13,4
2	Вита	44	232	276	15,9
3	Батько	53	228	281	18,9
4	Ускорянка	31	115	146	21,2
5	Юбилейная 100	56	136	192	29,2
6	Уманка	74	170	244	30,3
7	Югтина	71	163	234	30,3
8	Нота	121	184	305	39,7
9	Ейка	65	97	162	40,1
10	Таня	100	144	244	41,0
11	Лира	145	185	330	43,9
12	Краснодарская 99	135	171	306	44,1

продолжение таблицы 15					
13	Соратница	180	200	380	47,4
14	Русса	139	148	287	48,4
15	Княжна	152	144	296	51,4
16	Красота	122	109	231	52,8
17	Селянка	212	161	373	56,8
18	Фортуна	115	84	199	57,8
19	Безостая 1	128	84	212	60,4
20	Коллега	191	125	316	60,4
21	Круглик 393	174	101	275	63,3
22	Зимница	213	122	335	63,6
23	Краснодарская 6	152	83	235	64,7
24	Афина	131	63	194	67,5
25	Дока	263	126	389	67,6
26	Спартанка	206	97	303	68,0
27	Исток	232	108	340	68,2
28	Дельта	146	67	213	68,5
29	Шарада	266	116	382	69,6
30	Ласточка	140	60	200	70,0
31	Скифняка	276	118	394	70,1
32	Москвич	242	103	345	70,1
33	Восторг	296	124	420	70,5
34	Южанка	242	96	338	71,6
35	Юнона	159	101	260	61,2
36	Есаул	253	96	349	72,5
37	Фишт	343	126	469	73,1
38	Аврора	235	81	316	74,4
39	Зимтра	263	88	351	74,9
40	ПалПич	376	120	496	75,8

окончание таблицы 15					
41	Краснодарская 57	269	85	354	76,0
42	Веда	280	80	360	77,8
43	Зимородок	227	63	290	78,3
44	Крошка	197	48	245	80,4
45	Дея	387	90	477	81,1
46	Первица	275	54	329	83,6
47	Виза	254	48	302	84,1
48	Победа 50	312	51	363	86,0
49	Кума	411	37	448	91,7
50	Michigan Amber, инд.	324	29	353	91,8
51	Память, ст.	256	48	304	84,2
	НСР <sub>05</sub>				4,5

Количество учитываемых колосьев в 2007 году каждого сорта варьировало в пределах 146...496. Всего проанализировано 15010 колосьев, из которых 9384 больных и 5626 здоровых.

Поражение сорта-индикатора восприимчивости Michigan Amber составило 91,8%, поражение среднеспелого, среднерослого сорта-стандарта Память – 84,2%, что относит их к группе высоковосприимчивых.

В результате изучения 35 сортов из 49 отнесено к группе высоковосприимчивых со степенью поражения от 51,4 до 91,7%. Среди изученных 14 сортов проявили различную степень устойчивости к патогену. Из них 10 сортов, таких как Юбилейная 100, Уманка, Югина, Нота, Ейка, Таня, Лира, Краснодарская 99, Соротница и Русса, степень поражения которых составила от 29,2 до 48,4%, отнесены к группе средневосприимчивых. К группе слабовосприимчивых отнесены 4 сорта – Купава, Вита, Батько и Ускорянка. Степень их поражения варьировала от 13,4 до 21,2%.

В 2008 году изучено 46 сортов мягкой пшеницы. Количество учитываемых колосьев каждого сорта варьировало в пределах 108...460. Из обработанных всего 12755 колосьев, больных насчитывалось 8861, здоровых – 3894. Поражение сорта-индикатора восприимчивости Michigan Amber составило 90,3%, поражение стандарта Память – 84,5%.

В приложении 1 представлены объёмы тестирования сортов озимой мягкой пшеницы на устойчивость к твёрдой головне на искусственном инфекционном фоне в 2008...2016 гг.

К группе высоковосприимчивых отнесено 33 сорта (степень их поражения варьировала в пределах 51,4...93,3%). К группе средневосприимчивых отнесено 8 сортов (Краснодарская 99, Таня, Юбилейная 100, Грация, Батько, Югина, Нота и Юмпа) с пределами степени поражения от 29,0 до 45,6%. Слабовосприимчивых выявлено два сорта – Айвина и Вита со степенью поражения 13,1 и 17,1% соответственно.

В 2008 году состав изучаемых сортов несколько изменился. К ранее изученным добавились 9 сортов, представленных в таблице 16.

Таблица 16 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2008 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Айвина	30	199	229	13,1
2	Грация	71	95	166	42,8
3	Юмпа	113	135	248	45,6
4	Лига 1	109	103	212	51,4
5	Половчанка	171	102	273	62,6
6	Кавказ	72	36	108	66,7
7	Гром	201	87	288	69,8
8	Верта	353	61	414	85,3
9	Краснодарская 70	209	15	224	93,3
10	Michigan Amber, инд.	288	31	319	90,3
11	Память, ст.	224	41	265	84,5
	НСР <sub>05</sub>				3,72

Со слабой восприимчивостью выделился среднерослый, среднеспелый сорт Айвина (степень поражения – 13,1%). Два сорта – Грация (среднерослый, среднеранний) и Юмпа (короткостебельный, ультраскороспелый) отнесены в группу средневосприимчивых, степень их поражения варьировала в пределах 42,8...45,6%.

В 2009 году всего изучено 50 сортов мягкой пшеницы. Минимальное число колосьев каждого образца составило 117, максимальное – 459. Всего проанализировано 15670 колосьев, 11847 из которых были поражены, 3823 – здоровы. Степень поражения сорта-индикатора Michigan Amber составила 92,1%, стандарта Память – 81,9% (таблица 17).

Таблица 17 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2009 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Иришка	78	142	220	35,5
2	Васса	205	87	292	70,2
3	Паллада	298	83	381	78,2
4	Дмитрий	262	69	331	79,2
5	Утриш	280	70	350	80,0
6	Лебедь	298	64	362	82,3
7	Творец	362	61	423	85,6
8	Вершина	352	48	400	88,0
9	Протон	350	36	386	90,7
10	Калым	349	29	378	92,3
11	Сила	420	25	445	94,4
12	Патриарх	362	15	377	96,0
13	Michigan Amber, инд.	338	29	367	92,1
14	Память, ст.	212	47	259	81,9
	НСР <sub>05</sub>				3,99



В 2009 году к ранее изученным сортам добавились 12 дополнительно. Из них один скороспелый сорт Иришка со степенью поражения 35,5% отнесен к группе средневосприимчивых. Новые сорта Васса, Паллада, Дмитрий, Утриш, Лебедь, Творец, Вершина, Протон, Калым, Сила и Патриарх, с вариацией степени поражения в пределах 70,2...96%, отнесены к высоковосприимчивым. Степень поражения ранее изученных сортов подтвердилась результатами прошлых лет. Дифференциация сортов представлена в приложении 2.

В 2010 году всего изучено 48 сортов мягкой пшеницы. Общее количество колосьев, подвергшихся анализу – 12237. Из них 7356 пораженных и 4881 здоровых. Количество колосьев в образцах варьировало в пределах 137...437. Степень поражения индикатора Michigan Amber – 91,2%, стандартного сорта Память – 87,1%.

Список генотипов мягкой пшеницы, изученных по устойчивости к твёрдой головне, в 2010 году пополнился четырьмя новыми сортами (таблица 18). Из них один сорт Юка выделился со степенью поражения 24,0%, что относит его к группе слабовосприимчивых. Сорт Курень показал степень поражения 52,1%, что значительно ниже восприимчивости стандартна Память и индикатора Michigan Amber, но относит его к группе высоковосприимчивых. Степень поражения сортов Бригада и Этнос превысила 79%.

Таблица 18 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2010 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Юка	55	174	229	24,0
2	Курень	114	105	219	52,1
3	Бригада	250	64	314	79,6
4	Этнос	174	13	187	93,0
5	Michigan Amber, инд.	279	27	306	91,2
6	Память, ст.	223	33	256	87,1
	НСР <sub>05</sub>				6,2

В 2011 году изучено 48 сортов мягкой пшеницы (таблица 19). Сорта Айвина и Вита подтвердили слабую степень поражения и, по результатам анализа, отнесены к группе слабовосприимчивых. Сорта Юбилейная 100, Уманка, Югтина, Нота, Ейка, Таня, Лира, Краснодарская 99, Соратница и Русса, как и по результатам прошлых лет, отнесены к средневосприимчивым. Всего проанализировано 12536 колосьев, среди которых пораженных 7941, здоровых – 4595. Поражение сорта-индикатора восприимчивости Michigan Amber составило 90,5%, а стандарта Память – 85,9%.

Из изученных 48 сортов, 14 отнесены к группам слабо и средневосприимчивых. Степень поражения этих сортов варьировала в пределах 19,7...48,8%, что значительно ниже значений индикатора и стандарта.

Таблица 19 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2011 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Айвина	47	192	239	19,7
3	Вита	37	113	150	24,7
4	Батько	72	177	249	28,9
5	Юка	89	206	295	30,2
2	Югтина	64	141	205	31,2
6	Иришка	65	142	207	31,4
7	Трио	87	174	261	33,3
8	Грация	62	122	184	33,7
9	Юбилейная 100	55	104	159	34,6
10	Юмпа	80	147	227	35,2
11	Таня	75	128	203	36,9
12	Первица	118	181	299	39,5
13	Лига 1	137	202	339	40,4

## продолжение таблицы 19

14	Нота	141	148	289	48,8
15	Юнона	121	115	236	51,3
16	Васса	104	95	199	52,3
17	Краснодарская 99	93	79	172	54,1
18	Табор	143	117	260	55,0
19	Лебедь	129	91	220	58,6
20	Коллега	161	111	272	59,2
21	Есаул	142	97	239	59,4
22	Зимтра	156	104	260	60,0
23	Соратница	129	80	209	61,7
24	Курень	154	90	244	63,1
25	Дмитрий	194	105	299	64,9
26	Безостая 1	187	101	288	64,9
27	Творец	202	104	306	66,0
28	Ейка	187	81	268	69,8
29	Москвич	214	85	299	71,6
30	Дельта	214	81	295	72,5
31	Утриш	201	75	276	72,8
32	Фортуна	193	70	263	73,4
33	Дока	231	83	314	73,6
34	Протон	179	62	241	74,3
35	Афина	260	80	340	76,5
36	Краснодарская 70	232	57	289	80,3
37	Краля	202	46	248	81,5
38	Кума	172	36	208	82,7
39	Кавказ	134	27	161	83,2
40	Гром	313	55	368	85,1
41	Вершина	196	34	230	85,2

окончание таблицы 19					
42	Прасковья	344	49	393	87,5
43	Бригада	265	37	302	87,7
44	Калым	234	32	266	88,0
45	Победа 50	220	28	248	88,7
46	Зимородок	304	36	340	89,4
47	Сила	378	37	415	91,1
48	Зимница	244	18	262	93,1
49	Michigan Amber, инд.	268	28	296	90,5
50	Память, ст.	220	36	256	85,9
	НСР <sub>05</sub>				4,31

Список в 2011 году обновился тремя сортами. Из вновь изученных сортов, Трио отнесен к группе средневосприимчивых, со степенью поражения 33,3%. Сорт Табор показал степень поражения 55,0%, что значительно меньше стандарта, но характеризуется высокой восприимчивостью. Сорт шарозерной пшеницы Прасковья поразился на 87,5%.

В 2013 году изучено 46 сортов мягкой пшеницы (таблица 20). Из них 33 отнесены к группе высоковосприимчивых со степенью поражения твёрдой головнёй в пределах 57,0...98,4%. Всего изучено 12063 колосьев, из которых выявлено 8450 больных и 3613 здоровых.

Сорт Айвина на протяжении нескольких лет изучения проявляет устойчивость к возбудителю твёрдой головни. В 2013 году сорт также подтвердил слабовосприимчивую реакцию со степенью поражения 23,0%.

Лидером устойчивости на фоне искусственного заражения явился, переданный в 2012 году на Государственное сортоиспытание, сорт Курс. Сорт среднерослый, среднеспелый, высокоурожайный, устойчив к бурой и стеблевой ржавчинам. Степень поражения твёрдой головнёй составила 4,7%, что относит его к группе с практической устойчивостью.

Таблица 20 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2013 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Курс	11	224	235	4,7
2	Айвина	38	127	165	23,0
3	Стан	58	176	234	24,8
4	Батько	66	161	227	29,1
5	Юка	79	175	254	31,1
6	Трио	73	154	227	32,2
7	Юбилейная 100	75	158	233	32,2
8	Грация	86	177	263	32,7
9	Краснодарская 99	72	118	190	37,9
10	Таня	79	126	205	38,5
11	Юмпа	72	114	186	38,7
12	Иришка	96	145	241	39,8
13	Баграт	77	112	189	40,7
14	Ольхон	172	130	302	57,0
15	Фортуна	128	92	220	58,2
16	Утриш	125	75	200	62,5
17	Табор	174	101	275	63,3
18	Нота	164	83	247	66,4
19	Васса	153	73	226	67,7
20	Юнона	210	93	303	69,3
21	Есаул	173	67	240	72,1
22	Дмитрий	185	71	256	72,3
23	Коллега	190	72	262	72,5
24	Зимтра	165	51	216	76,4
25	Безостая 1	220	60	280	78,6

окончание таблицы 20

26	Лауреат	263	64	327	80,4
27	Кавказ	180	41	221	81,4
28	Лига 1	250	55	305	82,0
29	Москвич	178	36	214	83,2
30	Творец	276	52	328	84,1
31	Морозко	256	40	296	86,5
32	Курень	199	31	230	86,5
33	Еремеевна	270	39	309	87,4
34	Вершина	312	44	356	87,6
35	Краля	422	54	476	88,7
36	Калым	163	20	183	89,1
37	Бригада	231	27	258	89,5
38	Сила	269	30	299	90,0
39	Прасковья	432	48	480	90,0
40	Афина	296	31	327	90,5
41	Гром	211	14	225	93,8
42	Протон	250	15	265	94,3
43	Зимница	220	11	231	95,2
44	Уруп	305	14	319	95,6
45	Доля	278	8	286	97,2
46	Лебедь	248	4	252	98,4
47	Michigan Amber, инд.	315	18	333	94,6
48	Память, ст.	235	41	276	85,1
	НСР <sub>05</sub>				4,24

Степень поражения вновь изученного в 2013 году сорта Стан составила 24,8%, которая является пограничной между двумя группами устойчивости, но относит его к слабовосприимчивым. Сорт короткостебельный, скороспелый, значительно превышающий стандарт Батько по урожайности.

Новый среднерослый, среднеранний, характеризующийся интенсивным весенним ростом сорт Баграт проявил среднюю восприимчивость к твёрдой головне, поразился на 40%.

Сорта, впервые изучавшиеся в 2013 году: Ольхон, Лауреат, Морозко, Еремеевна, Уруп и Доля отнесены к группе высоковосприимчивых. Они поразились твёрдой головнёй на 57,0...97,2%.

Сорта Батько, Юка, Трио, Юбилейная 100, Грация, Краснодарская 99, Таня, Юмпа и Иришка подтвердили средневосприимчивую реакцию, как и в прошлые годы.

В 2014 году изучали 47 сортов мягкой пшеницы (таблица 21). Проанализировали 11400 колосьев, при соотношении пораженных к здоровым 6451:4949 соответственно. Более половины из изученных сортов отнесены к группе высоковосприимчивых, с пределами степени поражения от 52,4 до 95,0%.

Сорта Таня, Иришка, Батько, Юбилейная 100, Грация, Баграт, Юмпа, Краснодарская 99, Трио и Нота, изучаемые на протяжении нескольких лет, подтвердили среднюю восприимчивость.

Впервые изучено пять сортов – Анка, Гурт, Адель, Велена и Антонина. Сорт Антонина отнесен к группе высоковосприимчивых со степенью поражения 55,4%. Велена в первый год изучения проявила средневосприимчивую реакцию (поражение 46,0%).

Слабой восприимчивостью обладали сорта Гурт и Адель. Степень их поражения составила 15,9 и 16,2% соответственно. Сорт Гурт короткостебельный, устойчив к основным болезням листьев и колоса пшеницы. Сорт Адель среднерослый, среднеранний, характеризующийся высокими темпами весеннего отрастания. Устойчив к основным видам болезней.

Таблица 21 – Поражение сортов озимой мягкой пшеницы твёрдой головнёй, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2014 г.

№	Сорт	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Анка	17	239	256	6,6
2	Курс	24	300	324	7,4
3	Гурт	36	190	226	15,9
4	Адель	49	254	303	16,2
5	Юка	40	129	169	23,7
6	Стан	46	141	187	24,6
7	Таня	98	219	317	30,9
8	Иришка	71	135	206	34,5
9	Батько	62	110	172	36,0
10	Юбилейная 100	58	102	160	36,3
11	Грация	62	104	166	37,3
12	Баграт	101	140	241	41,9
13	Фортуна	127	170	297	42,8
14	Юмпа	98	126	224	43,8
15	Краснодарская 99	115	146	261	44,1
16	Трио	99	117	216	45,8
17	Велена	116	136	252	46,0
18	Нота	111	128	239	46,4
19	Есаул	132	120	252	52,4
20	Васса	89	78	167	53,3
21	Курень	123	107	230	53,5
22	Антонина	118	95	213	55,4
23	Юнона	179	140	319	56,1
24	Табор	108	82	190	56,8
25	Вершина	90	68	158	57,0
26	Москвич	192	128	320	60,0
27	Лига 1	124	76	200	62,0
28	Утриш	196	118	314	62,4



окончание таблицы 21					
29	Безостая 1	174	101	275	63,3
30	Дмитрий	142	81	223	63,7
31	Творец	184	91	275	66,9
32	Морозко	194	95	289	67,1
33	Лебедь	143	62	205	69,8
34	Коллега	172	64	236	72,9
35	Зимтра	154	56	210	73,3
36	Калым	216	76	292	74,0
37	Гром	152	48	200	76,0
38	Бригада	234	68	302	77,5
39	Прасковья	213	57	270	78,9
40	Кавказ	199	50	249	79,9
41	Доля	199	48	247	80,6
42	Лауреат	224	47	271	82,7
43	Краля	232	39	271	85,6
44	Сила	170	18	188	90,4
45	Уруп	275	24	299	92,0
46	Зимница	283	15	298	95,0
47	Еремеевна	210	11	221	95,0
48	Michigan Amber, инд.	398	7	405	98,3
49	Память, ст.	255	31	286	89,2
	НСР <sub>05</sub>				4,01

Лидировал по устойчивости к твёрдой головне сорт пшеницы-двуручки Анка. Степень поражения составила 6,6%. Сорт среднерослый, среднеспелый, проявляет умеренную устойчивость и умеренную восприимчивость к основным болезням.

В 2015 и 2016 гг. было изучено 59 и 61 сорт соответственно. Соотношение восприимчивых и устойчивых форм сохранялось, как и в предыдущие годы. Лидерами по устойчивости вновь выделены Анка и Курс.

Впервые изучаемые сорта Алексеич, Антонина, Жива, Сварог, Граф, Дуплет, Степь и Соловей проявили высокую восприимчивость в патогену. Со средней восприимчивостью выделился новый сорт Безостая 100, а также изученные в прошлые годы Гурт, Стан и Трио.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что большинство краснодарских сортов озимой мягкой пшеницы восприимчивы к твёрдой головне, несмотря на то, что селекция на устойчивость к этой болезни здесь ведется давно. Анализ показывает, что основной причиной слабо эффективной селекционной работы по созданию устойчивых к твёрдой головне сортов является слабое давление отбора на ранних этапах их создания, поскольку в селекционных посевах не допускается поражение твёрдой головнёй. Тестирование используется лишь на заключительных этапах селекции (конкурсные сортоиспытания). Кроме того, значительно усложняет создание устойчивых к твёрдой головне сортов весьма ограниченное количество эффективных генов резистентности низкая селекционная ценность доноров этого признака, что порой делает невозможным их использование в качестве исходного материала. Совместными усилиями селекционеров и иммунологов наметился определенный прогресс в этом направлении. За последнее время созданы сорта с различным типом устойчивости-восприимчивости к болезни.

#### 4.3 Идентификация селекционных линий пшеницы озимой по устойчивости к твёрдой головне

За период исследований с 2007 по 2016 гг. на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях была изучена устойчивость к твёрдой головне 2190 селекционных линий озимой мягкой пшеницы, селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко представленных в конкурсных сортоиспытаниях различных планов, большинство из которых (69,3%) по степени поражения отнесены к группе высоко восприимчивых (таблица 22).

Таблица 22 – Дифференциация селекционного материала пшеницы мягкой озимой по устойчивости к твёрдой головне

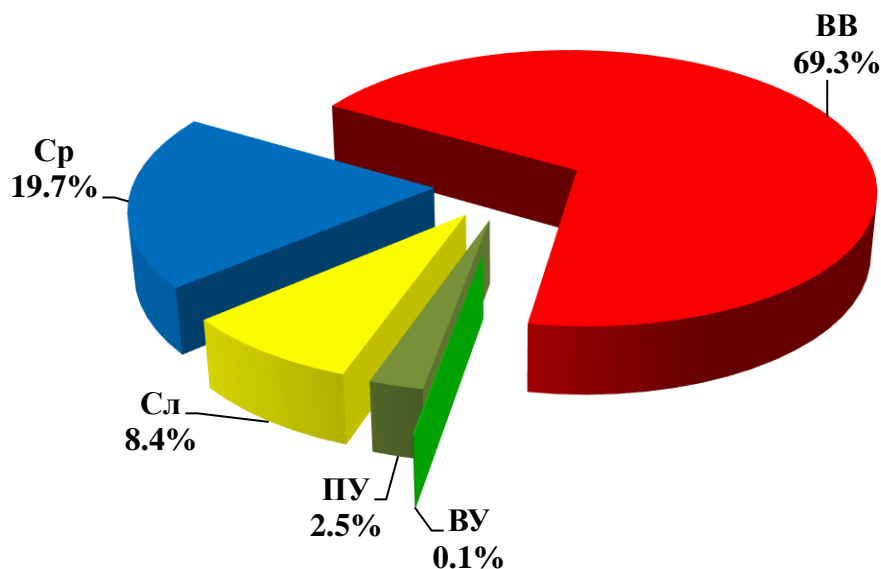
Годы	Изучено линий, шт.	В том числе по типу устойчивости, шт.				
		ВУ	ПУ	Сл	Ср	ВВ
2007	220	0	5	14	30	171
2008	212	0	9	16	40	147
2009	190	0	7	18	56	109
2010	159	0	8	26	40	85
2011	160	0	4	21	37	98
2013	240	0	3	16	40	181
2014	233	1	3	21	40	168
2015	226	0	2	11	42	171
2016	173	0	4	9	33	127
Всего	1813	1	45	152	358	1257

Графически результаты оценочно-аналитической работы за период 2007-2016 гг. выглядят следующим образом (рисунок 13).

Частота встречаемости средневосприимчивых образцов составила 19,7%, слабовосприимчивых – 8,4%, практически устойчивых – 2,5%, иммунных – 0,1%.

Большинство линий, обладающих слабым поражением в один год, подтверждают его в последующем. Вместе с тем, среди изучаемого материала встречаются линии с нестабильным по устойчивости генотипом. Но, несмотря на относительную стабильность степени поражения, мы характеризуем линию, сорт по устойчивости к твёрдой головне после 2...3 лет изучения в условиях искусственного инфекционного фона.

Всего изучено 1813 линии



\*ВУ – высокая устойчивость (иммунность), ПУ – практическая устойчивость, СлВ – слабая восприимчивость, СрВ – средняя восприимчивость, ВВ – высокая восприимчивость

Рисунок 13 – Дифференциация селекционного материала по устойчивости к твёрдой головне, 2007-2016 гг.

**В результате тестирования в 2007 году** нами выделены линии с практической устойчивостью, представляющей наибольший интерес для селекции – 94-247a722Г-14, 94-247a722Гсм4+6+7+8+Г2, 94-247a722-7-8, 99-588a18 и 01-366a163. Иммунологическая характеристика их представлена в таблице 23.

Линии **94-247a722Г2-14**, **94-247a722Г7-8** и **94-247a722Гсм4+6...** получены с участием сорта Купава (комбинация скрещивания Купава/86323a21-37), проявили среднюю и высокую восприимчивость к бурой ржавчине, фузариозу колоса и септориозу. Со слабой восприимчивостью к септориозу выделилась линия 94-247a722Г7-8. Высота растений обеих линий составила 100 см, что на 5 см ниже стандартного сорта Память. По дате колошения линия 94-247a722Г2-

14 сформировала колос 16 мая, линия 4-247a722Г7-8 – 17 мая и 94-247a722Гсм4+6... – 20 мая. По урожайности зерна линии 94-247a722Г2-14 и 94-247a722Гсм4+6... уступали стандартному сорту Память на 2,5 и 6,3 ц с 1 га соответственно. Линия 4-247a722Г7-8 превзошла стандарт на 1,2 ц с 1 га.

Таблица 23 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2007 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
94-247a722Г2-14	5,5	40S	9/5	40/7
94-247a722Г7-8	5,5	30MS	8/4	20/5
94-247a722Гсм4+6...	7,2	50S	9/4	40/7
99-568a18	6,5	0	7/3	20/7
01-366a163	9,6	40MS	9/5	50/7
Память, ст.	73,1	30MS	7/4	40
НСР <sub>05</sub>	1,28			

Линия **99-568a18** получена от скрещивания сортов озимой мягкой пшеницы Дея/Купава. Кроме устойчивости к твёрдой головне линия проявила резистентность также к бурой ржавчине и слабо поражилась септориозом. Выколашивание наступило на 1 день раньше среднеспелого сорта Память. По высоте растений линия на 10 см ниже стандарта. По урожайности уступила стандарту 1,9 ц с 1 га.

Линия **01-366a163** среднерослая, среднеспелая. По урожайности превзошла стандарт на 3,7 ц зерна с 1 га.

Так же можно отметить, что зерно всех этих линий в средней и слабой степени было инфицировано фузариозом, при высокой степени поражения колоса.

Линии **94-247a722Г2-14** и **94-247a722Гсм4+6...** восприимчивы к бурой ржавчине, умеренно устойчивы к септориозу. К фузариозу колоса проявили умеренную восприимчивость. Линия **94-247a722Г7-8** практическую устойчивость к твёрдой головне сочетала с резистентностью к септориозу, умеренной восприимчивостью к бурой ржавчине и фузариозу колоса.

Линия **99-568a18** характеризовалась высокой устойчивостью к бурой ржавчине, резистентностью к септориозу и умеренной восприимчивостью к фузариозу колоса.

Линия **01-366a163** обладала умеренной восприимчивостью к возбудителям бурой ржавчины, септориоза и фузариоза колоса.

**В 2008 году** было идентифицировано 9 линий с практической устойчивостью к твёрдой головне: 454-99к2-14, 446-99к3-5, 446-99к3-2, 98-179a1-6, 01-150aг5, 02-219a57, 94-247a722Г2-14 и 94-247a722Гсм4+6.

Иммунологическая характеристика указанных линий представлена в таблице 24.

Линия **454-99к2-14** создана от скрещивания образца Цд1359, полученного в отделе биотехнологии, с сортом озимой мягкой пшеницы Победа 50. На фоне искусственного заражения бурой ржавчиной она обладает высокой устойчивостью к возбудителю болезни. По высоте растений линия ниже стандартного сорта Память на 13 см, т.е. относится к типу короткостебельному. По отношению к стандартному сорту Память колосилась на 4-5 дней раньше. По урожайности превысила стандарт на 2-2,5 ц зерна с га.

Линии **446-99к3-5** и **446-99к3-2** получены от скрещивания ультраскороспелого, высококачественного, устойчивого к фузариозу колоса и бурой ржавчине сорта Старшина и линии Л.56h1. При искусственном заражении бурой ржавчиной проявили высоко устойчивость. Эти линии позднеспелые (колосились на 10 дней позже стандарт Память), среднерослые (ниже стандарта на 3-7 см). По урожайности они близки к стандартному сорту.

Таблица 24 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2008 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
454-99к2-14	2,5	5R	9/6	60/7
446-99к3-5	1,4	0	6/5	40/7
446-99к3-2	9,1	0	7/6	50/7
98-179a1-6	8,2	10MR	7/6	30/7
01-150aг5	2,6	30MS	7/6	40/7
02-219a57	2,8	20MR	9/7	30/7
99-568a18	5,2	1R	7/6	25/7
94-247a722Г2-14	2,9	1R	7/4	50/7
94-247a722Гсм4+6...	3,6	5MR	8/4	50/7
Память, ст.	75,9	20MS	5/3	70/5
НСР <sub>05</sub>	1,04			

Линия **98-179a1-6** получена в результате скрещивания 91-178ар21-3/Зимородок. По дате колошения и высоте – она близка к стандарту. Средняя урожайность 81,4 ц с 1 га, что на 6,6 ц ниже, чем у сорта Память. Линия среднеустойчива к бурой ржавчине и к септориозу.

Линия **01-150aг5** отобрана из гибридной комбинации Зимородок/Верта. Основными болезнями поражается в средней степени. Колосится одновременно со среднеспелым сортом Память. Высота растений на 10 см ниже стандарта. По урожайности линия уступает стандарту на 10 ц с 1 га.

Линия **02-219a57** проявила себя как среднеустойчивая к бурой ржавчине и септориозу. Колосилась на 1...2 дня раньше сорта Память, высота растений

составила 100 см, что на 10 см ниже стандарта. По урожайности зерна она близка к стандарту.

Линии **99-568a18**, **94-247a722Г2-14** и **94-247a722Гсм4+6** в 2008 году повторно изучались на искусственном инфекционном фоне и подтвердили устойчивость к твёрдой головне. Они вновь отнесены в группу линий с практической устойчивостью.

**В 2009** году практическая устойчивость к твёрдой головне была выявлена у 6 линий из 281, что соответствует 2%. Это линии 454-99к2-2, 446-99к3-2, 446-99к3-5, 94-247a722Г2-14, 96-194a476-10 и 3373h5 (таблица 25).

Необходимо отметить, что три линии (**454-99к2-2**, **446-99к3-2** и **446-99к3-5**) повторили результат 2008 года. Линия **94-247a722Г2-14** третий год подряд характеризуется высокой устойчивостью к твёрдой головне. Таким образом, следует заключить, что линия 94-247a722Г2-14 – это надёжный источник устойчивости к возбудителям твёрдой головки и мы рекомендуем её для использования в селекционных программах.

Линия **96-194a476-10** проявила восприимчивость к фузариозу и септориозу. Среднеспелая, колосилась на 1 день позже сорта Память; среднерослая, высота растений близка к стандарту – 105 см. По урожаю зерна превзошла стандарт на 3,8 ц с 1 га.

Линия **3373h5** получена от скрещивания сорта зерноградской селекции Подарок Дону и образца селекции центра 7295h36-39. Кроме практической резистентности к твёрдой головне обладает устойчивой реакцией к бурой ржавчине. К фузариозу колоса и септориозу проявила реакцию умеренной восприимчивости. Дата колошения наступила на 2 дня позже сорта Память. Высота растений – на 8 см ниже стандарта.



Таблица 25 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2009 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
454-99к2-2	8,8	0	7/4	40/7
446-99к3-2	3,1	0	7/7	30/7
446-99к3-5	6,6	1R	7/7	30/7
94-247a722Г2-14	1,2	5MR	7/5	60/7
96-194a476-10	8,9	0	7/4	60/7
3373h5	6,8	0	7/5	40/7
Память, ст.	72,2	50MS	7/2	70/5
Краснодарская 99, ст.	37,2	90S	7/4	60/5
НСР <sub>05</sub>	0,72			

По результатам изучения в 2010 году 8 линий вошли в кластер практически устойчивых генотипов. Причем, две из них третий год подряд показывают отличный результат – 454-99к2-14 и 446-99к3-2. Эти линии являются надежными источниками устойчивости к возбудителям твёрдой головни.

Иммунологическая характеристика указанных линий представлена в таблице 26.

Линия **3750h126** создана методом гибридизации индивидуальным отбором в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> из гибридной комбинации Росинка тарасовская/Краснодарская 99//Лютесценс 9269h7-19/Батько. В первый год изучения на искусственных инфекционных фонах кроме устойчивости к твёрдой головне проявила резистентность к бурой ржавчине. К фузариозу колоса и септориозу линия средневосприимчива. Устойчивость к твёрдой головне унаследована от сортов

Краснодарская 99 и Батько, которые стабильно слабо поражаются болезнью. Линия среднеспелая, полукарликовая. По урожаю зерна она превысила стандарт Краснодарская 99 на 30,8 ц с 1 га.

Таблица 26 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2010 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
3750h126	0,5	0	6/6	40/7
4215 h42	3,0	30MS	7/6	50/7
454-99к2-14	5,4	10R	7/7	50/7
446-99к3-2	7,1	0	9/6	30/7
5-98к40-9-8	6,2	5MR	7/5	40/7
5-98к40-9-4	6,4	20MR	7/6	50/7
5-98к40-9-5	8,2	5MR	7/6	40/7
132к13-3	3,4	10R	4/3	50/7
Память, ст.	78,9	90S	8/3	50/7
Таня, ст.	36,8	90S	9/8	60/5
Краснодарская 99, ст.	38,0	60S	7/5	70/5
НСР <sub>05</sub>	1,0			

Линия **4215 h42** изучалась нами первый год и проявила устойчивость к твёрдой головне. К бурой ржавчине отмечена реакция средней восприимчивости. Восприимчива к фузариозу колоса и септориозу. Среднеспелая, дата колошения близка к стандарту. По высоте растений превысила стандарт на 26 см, т.е. среднерослая.

Линия **454-99к2-14** колосилась на 3 дня раньше среднеспелого стандартного сорта Память. Высота растений на 10 см ниже стандарта. По урожайности зерна на 2,7 ц с 1 га превысила стандарт.

Позднеспелая линия **446-99к3-2** колосилась на 6 дней позже сорта Память, высота растений – на уровне стандарта. По урожайности зерна на 6,7 ц с 1 га превысила стандарт.

Линии **5-98к40-9-8**, **5-98к40-9-4** и **5-98к40-9-5** произошли от скрещивания Frontana/4769к29//4769к29. Реакцию практической устойчивости к твёрдой головне сочетали с умеренной резистентностью к бурой ржавчине. Поражение фузариозом колоса и септориозом в выше средней степени. Все три линии скороспелые, короткостебельные. Колошение наступило на 4 дня раньше сорта Память. Высота растений 97...98 см. Урожайность их варьировала в пределах 84,1...58,8 ц зерна с 1 га.

Линия **132к13-3** произошла от скрещивания сортов озимой мягкой пшеницы Московская 39/Восторг//Восторг. Мы полагаем, что устойчивость к твёрдой головне и фузариозу колоса линия 132к13-3 унаследовала от сорта Московская 39. На искусственных инфекционных фонах линия проявила практическую устойчивость к бурой ржавчине, детерминированную генетической резистентностью высокоустойчивого сорта Восторг.

**В 2011 году** только 4 линии 5357h31, 2496h167-20, 3750 h126 и 158s-149 показали реакцию практической устойчивости.

Линия **3750 h126** подтвердила устойчивость к твёрдой головне, которую мы выявили в 2010 году. Во второй год изучения отмечали иммунность к бурой ржавчине и среднюю устойчивость к фузариозу колоса (таблица 27).

Линия **5357h31** в первый год изучения выделилась по устойчивости к твёрдой головне со степенью поражения 1,6%. К бурой ржавчине проявила среднюю восприимчивость. Фузариозом колоса и септориозом поразились в высокой степени. Линия среднеспелая – по дате колошения соответствовала стандарту Память. Высота растений на 15 см меньше стандарта, т.е. короткостебельная.

Таблица 27 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2011 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
5357h31	1,6	30MS	9/6	70/7
2496h167-20	4,7	20MS	5/3	40/7
3750 h126	8,4	0	1/5	40/7
158s-149	10,0	10MR	6/4	5/7
Шарада, ст.	79,6	70S	8/7	50/5
Память, ст.	85,3	80S	7/4	70/5
НСР <sub>05</sub>	0,68			

Линия **2496h167-20** создана от конвергентного скрещивания, в котором участвовали сорта Москвич, Уманка, Верта и селекционная линия, полученная в институте. Устойчивость к твёрдой головне сочетается со средней резистентностью к фузариозу колоса. К бурой ржавчине и септориозу линия умеренно восприимчива. Среднеспелая, среднерослая – по дате колошения и высоте растений показатели совпадали со значениями стандарта Память. По урожайности линия превысила стандарт на 0,5 ц с 1 га.

Линия шарозерной пшеницы **158s-149** получена от скрещивания сорта тритикале Валентин 90 с шарозерной мягкой пшеницей Шарада. Устойчивость к твёрдой головне линия унаследовала от тритикале Валентин 90. Изучение линии на искусственных инфекционных фонах позволило выявить комплексную устойчивость к основным болезням. Линия скороспелая, колосится и созревает на 2 дня позже среднераннего стандарта Шарада. По высоте растений характеризуется как среднерослая, превышет стандарт на 10...15 см. Урожайность линии на 2...3 ц зерна с 1 га ниже, чем у стандарта.

В 2013 году при высокой инфекционной нагрузке только три линии имели реакцию практической устойчивости – 2809к23, 00-300a58-70-2 и 00-300a16-12-2.

Среднеспелая, короткостебельная линия **2809к23** создана методом внутривидового скрещивания средневосприимчивого сорта краснодарской селекции Таня и украинского сорта с практической устойчивостью Смуглянка. В первый год изучения устойчивую реакцию к твёрдой головне сочетала со слабым поражением бурой ржавчиной и фузариозом колоса (таблица 28). Выколосилась на 2 дня позже среднеспелого стандартного сорта Гром. По высоте растений на 10 см выше стандарта. По урожайности превысила стандарт Гром на 3,9 ц зерна с 1 га.

Таблица 28 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2013 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
2809к23	3,9	10MR	5/3	50/7
00-300a58-70-2	5,2	1R	5/9	30/7
00-300a16-12-2	9,8	1R	5/9	20/7
Память, ст.	78,9	70S	6/3	60/5
Гром, ст.	93,5	70S	9/6	80/5
НСР <sub>05</sub>	1,96			

Линии **00-300a58-70-2** и **00-300a16-12-2** получены от скрещивания сорта озимой мягкой пшеницы Московская 39 и линии краснодарской селекции 91-205a2-4. Они обладали реакцией высокой устойчивости к возбудителям твёрдой головни и бурой ржавчины. Слабое поражение твёрдой головнёй детерминировано генетической информацией устойчивого родителя сорта

Московская 39. К септориозу проявили относительную устойчивость, к фузариозу колоса – восприимчивость (таблица 28). Линии позднеспелые – колосились на 6...7 дней позже среднеспелого стандартного сорта Память; среднерослые – высота растений на уровне стандарта. По урожайности зерна линии 00-300a58-70-2 и 00-300a16-12-2 уступили сорту Память на 3,6 и 8,0 ц с 1 га соответственно.

**В результате скрининга из селекционного материала в 2014 году** нам удалось выявить четыре линии, которые проявили реакцию практической устойчивости к искомой болезни: 2809к23, 2809к14, 07-317a8 и 07-317a22.

Необходимо отметить слабое поражение линий из гибридной комбинации 2809к (Смуглянка/Таня). Линия 2809к23 повторно выделилась практической устойчивостью, что позволяет её расценивать как источник резистентности. Линия 2809к14 отнесена в кластер генотипов с практической устойчивостью. Она впервые также, как и сестринская линия 2809к23 среднеспелая и короткостебельная, слабее других поражалась фузариозом колоса (таблица 29).

Таблица 29 – Иммунологическая характеристика лучших по устойчивости к твёрдой головне линий озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, 2014 г.

Линия	Степень поражения, %, балл			
	твёрдая головня	бурая ржавчина	фузариоз колоса/зерна	септориоз
2809к23	2,4	20MS	9/7	50/7
2809к14	9,7	20MS	7/6	50/7
07-317a22	0	80S	9/7	40/7
07-317a8	2,1	70S	9/9	60/7
Память, ст.	78,1	90S	7/5	70/5
Таня, ст.	36,9	70S	7/8	70/5
НСР <sub>05</sub>	1,27			

Линии **07-317a22** и **07-317a8** получены от скрещивания сортов озимой мягкой пшеницы Грация и Южанка. Следует отметить, что родительские формы Грация и Южанка обладают слабой восприимчивостью к твёрдой головне. Полученное потомство от этого скрещивания характеризуется высокой устойчивостью к болезни.

По основным морфологическим признакам и биологическим свойствам эти линии относятся к среднеспелым, полукарликовым. По урожайности они превышали стандарт на 6,7 и 7,5 ц с 1 га соответственно.

Необходимо отметить, что, как правило, большинство линий со стабильной устойчивостью к возбудителям твёрдой головки выбраковываются селекционерами. Это связано с тем, что высокая устойчивость к болезням различной этиологии, в т.ч. и к твёрдой головне, всегда в «ущерб урожаю» из-за активных энергетических процессов, направленных на самозащиту от фитопатогенов. Кроме этого, часто высокая устойчивость сцеплена с комплексом негативных агрономических признаков.

**По результатам изучения в 2015 году** линия **07-317a22** вновь отнесена к классу практически устойчивых. Также выделено 2 линии со слабой восприимчивостью (**2940к3-3, Л.02-15+17т96-30-24**). Линия 2940к3-3 получена с использованием генетической информации устойчивого к твёрдой головне сорта Смуглянка. В генеалогии линии Л.02-15+17т96-30-24 присутствует транслоцированная пшеница, отличающаяся иммунитетом к болезни, а также сорт Ремесливна, выделявшийся ранее со слабым поражением. Линии 07-317a22 и 2940к3-3 при изучении на искусственных инфекционных фонах отличаются слабым поражением фузариозом колоса и септориозом.

**В 2016 году изучения** выделены 3 линии конкурсного сортоиспытания (**2809к26-1, 07-317a9-17 и 4023w5**), две из которых (2809к26-1 и 07-317a9-17) отмечались слабым поражением на искусственном инфекционном фоне и в предыдущие годы. Линия 4023w5 выделилась средней восприимчивостью к твёрдой головне. Линия среднеспелая, среднерослая, высокоморозостойкая,

высокоурожайная. В 2017 году передана на Государственное сортоиспытание как новый сорт «Классика».

Характеристика всех линий пшеницы и тритикале по устойчивости к твёрдой головне, изученных на искусственном инфекционном фоне в 2007 году, представлена в приложении 2.

Объёмы тестирования линий озимой мягкой пшеницы на устойчивость к твёрдой головне при искусственном заражении в 2008...2016 годах представлены в приложении 3.

#### 4.4 Сравнительное изучение резистентности зерновых культур по степени поражения твёрдой головнёй

Зерновые культуры проявляют различную реакцию к возбудителям твёрдой головни.

В отечественной и зарубежной литературе имеется большое число работ, посвященных изучению внутривидовой устойчивости мягкой пшеницы *T. aestivum*. Первые сообщения на эту тему появились еще в 1764 году (Woolman, Humphrey, 1924). Установлено широкое варьирование признака устойчивости у сортов пшеницы.

Кривченко, В.И. (1988), Röder, O. (2009) отмечали, что растения ржи и тритикале, как в озимых, так и в яровых формах, воздействию со стороны головнёвых болезней практически не подвергаются. Сорты твёрдой пшеницы обычно принадлежат к группе устойчивых к твёрдой головне.

За период 2007-2011 гг. на искусственном инфекционном фоне было изучено 1934 сортов и селекционных линий озимой мягкой пшеницы, 131 – озимой твёрдой и 150 образцов тритикале.

Вариабельность признака устойчивости и потенциал генофонда исследовали у видов *Triticum aestivum*, *T. durum*, *Triticale*. Результаты исследования показали, что в наибольшей мере твёрдой головнёй поражается вид *T. aestivum*, у которого 61,7% образцов относятся к высоко восприимчивым



со степенью поражения свыше 50%; устойчивых форм с поражением до 10% выявлено 3,3% иммунных – 0,7% от общего количества изученных (таблица 30).

Значительно меньше высоко восприимчивых образцов обнаружено у вида *T. durum* в сравнении с *T. aestivum* – 2,3%. *T. durum* существенно превышает *T. aestivum* по количеству иммунных (в 26 раз) и практически устойчивых (в 6,8 раза) форм. Аналогичные результаты были получены В.И. Кривченко (1984) при изучении реакции генофонда рода *Triticum* к твёрдой головне.

Таблица 30 – Дифференциация образцов пшеницы и тритикале по устойчивости к твёрдой головне (*Tilletia spp.*), искусственный инфекционный фон, %, 2007-2011 гг.

Степень поражения, %	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticale</i>
0	0,7	18,2	64,1
до 10	3,3	22,7	30,0
10-25	11,0	38,3	5,9
25-50	23,3	15,6	0
свыше 50	61,7	5,2	0

Установлено, что у голозерных тетраплоидов, к которым относится *T. durum*, сильно выражена гетерогенность по этому признаку, но у них заметно больше устойчивых форм, чем у голозерных гексаплоидов, куда входит *T. aestivum*. Иммунологические реакции заметно ослабевают с увеличением ploидности и с усложнением геномного состава. Можно предположить, что более высокая устойчивость *T. durum* объясняется неспецифическими механизмами защиты, которые свойственны всем 28-хромосомным видам пшеницы и действуют не только на расовом, но и, в отдельных случаях на видовом уровне возбудителей. Среди образцов *Triticale* большинство (64,1%) не имели признаков поражения, а 30,0% от общего количества обладали

практической устойчивостью. Высоко восприимчивых форм тритикале не обнаружено. Высокую устойчивость культуры *Triticale* можно объяснить тем, что ее генотип состоит из генома твёрдой пшеницы и генома ржи, которая не поражается возбудителями твёрдой головни.

Таким образом, изучение устойчивости районированных и перспективных сортов собственной селекции, селекционных линий и коллекционного материала озимой мягкой пшеницы свидетельствует о том, что крайне необходимы дальнейшие интенсивные поиски источников иммунитета к этому вредоносному заболеванию. Установленный генофонд сортов, устойчивых к местной популяции патогена, еще недостаточен для обеспечения селекции ценным исходным материалом. Районированные сорта Анка и Курс представляют интерес в селекции на сочетание устойчивости к твёрдой головне с высокой продуктивностью, хорошим качеством зерна и адаптивностью к комплексу абиотических и биотических стрессоров. Борьба с твёрдой головнёй селекционными методами будет иметь успех при целенаправленной работе с привлечением надежных источников и доноров устойчивости. Широкое возделывание сортов, имеющих определенный уровень самозащиты от возбудителей твёрдой головни (Анка, Курс, Адель, Стан, Гурт и Трио) будет способствовать повышению и стабилизации фитосанитарной безопасности в ценозах озимой пшеницы.

#### 4.5 Сопряжённость устойчивости пшеницы к твёрдой головне с биологическими и морфологическими признаками

При анализе устойчивости сортов и линий озимой пшеницы к твёрдой головне важно определить факторы, которыми она обусловлена. Существует два основных барьера на пути возникновения болезни: противодействие внедрению патогена в ткани растения-хозяина и препятствие внутритканевому развитию.

В мировой научной литературе встречаются различные мнения о связи устойчивости пшеницы к твёрдой головне с высотой растений и скороспелостью. М. Itty et al. (1990) установили, что устойчивые генотипы встречались как среди скороспелых, так и позднеспелых форм. По данным учёных в Японии наиболее устойчивые формы обладали скороспелостью и высокорослостью (Gocho, 1985). Х.М. Chen (1986) сообщает о наличии сцепления генов, контролирующих устойчивость и высоту растений.

В наших экспериментах определение взаимосвязи устойчивости к *Tilletia* spp. с высотой растений, наступлением даты колошения проводили на большом наборе образцов мирового генофонда озимой мягкой пшеницы, которые существенно различаются как по искомому признаку резистентности, так и по совокупности морфологических характеристик и биологических свойств. Мы предположили, что скороспелые и высокорослые формы должны поражаться твёрдой головнёй значительно меньше, чем позднеспелые и полукарликовые, не смотря на то, что известны примеры высокой восприимчивости образцов с высотой соломины 130-150 см (Michigan Amber, Волжская 7, Безенчукская 765, Снежанна мироновская, Колос Оренбуржья и др.) (таблица 31), а также высокой устойчивости с очень продолжительным периодом вегетации (Бриллиант, Цобель, Самурай, Торрильд и др.) (таблица 31).

Таблица 31 – Поражение твёрдой головнёй высокорослых сортов озимой мягкой пшеницы, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2009-2011 гг.

Сорт	Высота, см	Степень поражения, %
Michigan Amber	150	95,0
Волжская 7	130	64,3
Безенчукская 765	135	66,7
Снежанна Мироновская	130	58,0
Колос Оренбуржья	130	51,8

Наши данные показывают, что увеличение высоты растений практически не влечёт за собой снижения степени поражения ( $r=0,04$ ). Не прослеживается чёткая тенденция: с увеличением высоты частота встречаемости устойчивых образцов увеличивается, восприимчивых – уменьшается.

Изучали корреляционную зависимость между поражением твёрдой головнёй и хозяйственно-полезными признаками (урожайность, натура зерна, содержание белка, содержание клейковины, масса 1000 зерен) на большом наборе ( $n=205$ ) коллекционных образцов (таблица 32).

Таблица 32 – Сопряжённость степени поражения твёрдой головнёй с хозяйственно-полезными признаками, искусственный инфекционный фон, Краснодар, 2015-2016 гг.

Пары признаков	$r$ ( $n=205$ )
Степень поражения – Урожайность	-0,05
Степень поражения – Высота растений	0,04
Степень поражения – Дата колошения	-0,17
Степень поражения – Натура зерна	-0,19
Степень поражения – Содержание белка	0,09
Степень поражения – Содержание клейковины	0,07
Степень поражения – Масса 1000 зерен	0,03

Известно, что при коэффициенте  $r < 0,3$  корреляционная зависимость между признаками слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя, а при  $r > 0,7$  – сильная (Доспехов, 1985).

В наших экспериментах значения  $r$  не превышали 0,09, что говорит о слабой сопряжённости поражения твёрдой головнёй с изучаемыми признаками.

Корреляционный анализ показал очень слабую отрицательную связь между степенью поражения твердой головней и наступлением даты колошения.

Группировка данных по дате колошения свидетельствует о том, что одинаково сильно поражаются как скороспелые, так и позднеспелые образцы (таблица 33).

Таблица 33 – Сопряжённость степени поражения твёрдой головнёй с датой колошения

Сорт	Дата колошения, май	Степень поражения, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Бонус	6	83,6	62,2	58,5
Лидия	6	92,1	73,4	82,9
Ермак	7	83,8	76,8	72,3
Ротакс	24	59,1	58,0	60,4
Норд 0074033	24	71,0	67,4	70,1
НИК 1111637	22	59,7	62,6	62,3
Память, ст.	10	82,0	80,1	76,0

Наши данные показывают, что увеличение высоты растений практически не влечет за собой снижения степени поражения. Не прослеживается четкая тенденция: с увеличением высоты частота встречаемости устойчивых образцов увеличивается, восприимчивых – уменьшается (таблица 34).

Таблица 34 – Сопряжённость степени поражения твёрдой головнёй с высотой растений

Сорт	Высота растений, см	Степень поражения, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Гром	77	73,1	81,0	77,2
MV Nador	79	74,7	74,4	71,0
Табор	84	60,4	72,3	53,4
Волжская 7	130	68,4	66,6	76,2
Безенчукская 765	135	66,7	59,9	72,5
Снежана Мироновская	130	58,0	55,8	55,9
Память, ст.		82,0	80,1	76,0

Степень поражения низкорослых сортов (Гром, MV Nador, Табор) и высокорослых (Волжская 7, Безенчукская 765, Снежана Мироновская) также соответствовала высокой восприимчивости (55,8...83,0%).

Аналогичные результаты получены при изучении поражённости твёрдой головнёй высокобелковых сортов: Безостая 1, Соловей, Еремеевна и сортов с низким содержанием белка: Ротакс, КИВ 6, Веха (таблица 35) .

Таблица 35 – Сопряжённость степени поражения твёрдой головнёй с содержанием белка

Сорт	Содержание белка в зерне,	Степень поражения, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.
Безостая 1	16,3	73,1	66,9	66,6
Соловей	16,4	88,0	72,9	66,3
Еремеевна	17,0	90,0	76,5	87,6
Ротакс	13,6	59,2	58,0	60,4
КИВ 6	13,6	60,1	61,3	58,1
Веха	13,7	70,5	77,0	68,4
Память, ст.		82,0	80,1	76,0

Минимальная степень поражения этих сортов составила 58,0%, что относится к высоко восприимчивым. Группировка данных по содержанию белка в зерне свидетельствует о том, что одинаково сильно поражаются как высокобелковые, так и низкобелковые образцы.

Таким образом, высота растений и скороспелость, а точнее дата колошения, не являются надежными и стабильными механизмами защиты от твёрдой головни. Их нельзя использовать в качестве морфологических маркеров для создания устойчивого исходного материала. Характер корреляций между поражением твёрдой головнёй и высотой растений, скороспелостью, урожайностью, натурой зерна, содержанием белка и клейковины, массой 1000 зерен, свидетельствуют о независимом наследовании каждого из селективируемых признаков, детерминированных разными генетическими системами.

## 5 СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

### 5.1 Наследование устойчивости к твёрдой головне у гибридов F<sub>1</sub>

В связи с узким запасом генов устойчивости пшеницы к твёрдой головне и селекционной непригодностью большинства носителей эффективных Vt-генов целью нашей работы является создание нового исходного материала и обоснование возможности его использования в практической селекции. Для этого, прежде всего, необходимо определить наследование устойчивости у гибридов первого поколения и донорских свойств резистентных сортов и линий различного генетического и географического происхождения.

Надо отметить, что у нескольких гибридных растений, полученных от скрещиваний с использованием PI 178383, проявлялись признаки гибридного некроза (рисунок 14).



Рисунок 14 – Гибриды F<sub>1</sub>, полученные от скрещиваний с использованием PI 178383

В 2008 году на фоне искусственного заражения изучали устойчивость 14 гибридов  $F_1$  и 7 родительских форм в одном блоке. В качестве устойчивых родителей в данном опыте использовали такие сорта и линии, как Вита, Заря, Смуглянка, 220p2-1 и PI 178383. Лучшие донорские свойства установлены у сортов Заря, Смуглянка и PI 178383. Гибриды, полученные на их основе, практически не поражались твердой головней и полностью соответствовали признаку устойчивых родителей. Наши данные показывают, что Заря, Смуглянка и PI 178383 несут гены устойчивости, находящиеся в доминантном состоянии. Средняя степень поражения гибридов  $F_1$ , полученных с участием Виты и Л.220p2-1, составила 12,2 и 21,3% соответственно, что вероятно, обусловлено рецессивной природой устойчивости (таблица 36).

Таблица 36 – Степень поражения твёрдой головней гибридов  $F_1$ , искусственный инфекционный фон, 2008 г.

Устойчивый компонент скрещивания	Количество гибридов, шт.	Средняя степень поражения гибридов $F_1$ , %	Варьирование, %
PI 178383	3	0	0
Заря	3	1,8	0-6,4
Смуглянка	6	3,0	0-6,7
Вита	5	9,8	0-20,5
Л.220p2-1	4	16,9	0-63,8

Степень доминирования  $h_p$  определяли по формуле А. Густафсона и И. Дормлинга (1972):

$$h_p = F_1 - p_{min} / p_{max} - p_{min};$$

где  $F_1$  – значение признака у гибрида;

$p_{min}$  – минимальное значение признака у родительских форм;

$p_{max}$  – максимальное значение признака у родительских форм;



$h_p = 0$  – промежуточное наследование признака;

$h_p = 0,1 - 0,5$  - частичное доминирование;

$h_p = 0,6 - 0,9$  – неполное доминирование;

$h_p = 1$  – полное доминирование;

$h_p > 1$  – гетерозис или сверхдоминирование признака с большим значением;

$h_p < 0$  – депрессия.

Из 14 гибридов частичное доминирование устойчивости наблюдалось у 6 гибридов: Вита/Память, Вита/Зимородок, Вита/Заря, Память/Заря, Память/Смуглянка и Зимородок/Смуглянка. Неполное доминирование выявлено у гибрида Л.220р2-1/Зимородок. Промежуточное наследование установлено у 5 гибридов: Л.220р2-1/Заря, Л.220р2-1/РІ 178383, Заря/РІ 178383, Заря/Смуглянка и РІ 178383/Смуглянка. У гибрида F<sub>1</sub> Память/Зимородок наблюдали депрессию (таблица 37).

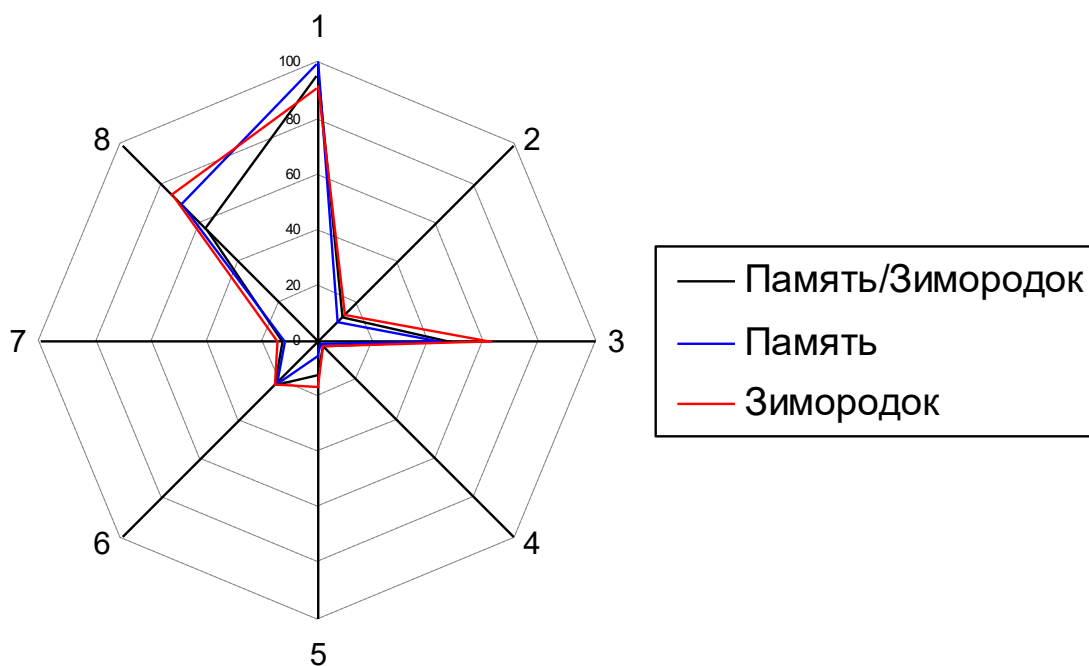
Таблица 37 – Тип наследования устойчивости пшеницы к *Tilletia caries* у гибридов F<sub>1</sub>, искусственный инфекционный фон, 2008 г.

Комбинация скрещивания	Степень поражения, %			$h_p$	Тип наследования
	♀	F <sub>1</sub>	♂		
Вита/Память	4,4	19,2	68,6	0,23	частичное доминирование
Вита/Зимородок	4,4	20,5	74,5	0,23	частичное доминирование
Вита/Заря	4,4	2,4	0	0,5	частичное доминирование
Память/Заря	68,6	6,4	0	0,1	частичное доминирование
Память/Смуглянка	68,6	2,0	0	0,1	частичное доминирование
Зимородок/Смуглянка	74,5	5,5	0	0,1	частичное доминирование
Л.220р2-1/Зимородок	5,3	63,8	74,5	0,8	неполное доминирование

окончание таблицы 37					
Л.220р2-1/Заря	5,3	0	0	0	промежуточное наследование
Л.220р2-1/РІ 178383	5,3	0	0	0	промежуточное наследование
Заря/РІ 178383	0	0	0	0	промежуточное наследование
Заря/Смуглянка	0	0	0	0	промежуточное наследование
РІ 178383/Смуглянка	0	0	0	0	промежуточное наследование
Память/Зимородок	68,6	57,8	74,5	-1,8	депрессия

Гибрид  $F_1$  **Память/Зимородок** – короткостебельный. По сравнению с материнской формой его высота на 4,4 см была ниже. Отцовскую форму превосходил на 3,9 см. Длина колоса у растений  $F_1$  на 22,5% больше, чем у материнской особи **Память** и на 9% меньше, чем у отцовского сорта **Зимородок** (рисунок 15).

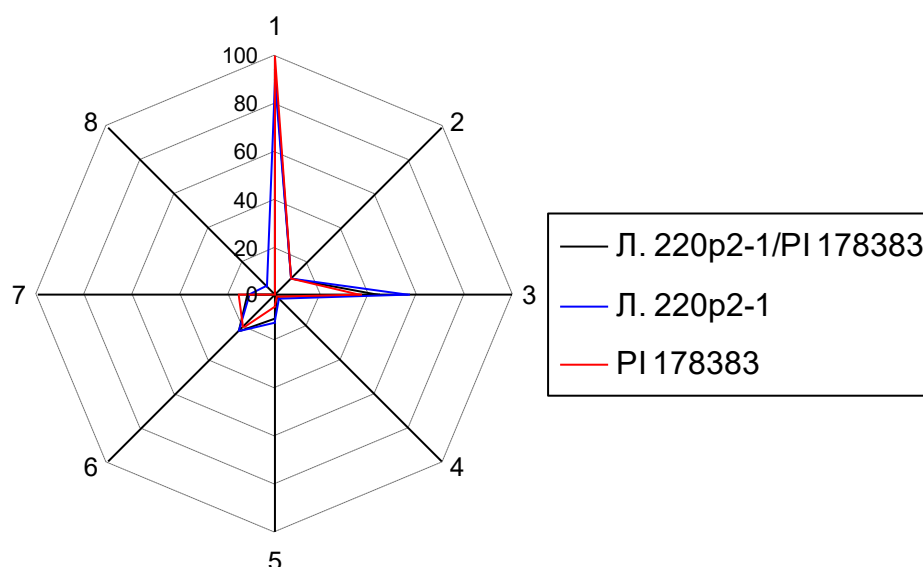
По количеству зерен одного колоса гибрид  $F_1$  незначительно превышает материнскую форму (на 3 зерна) и на 15 зерен уступает отцовской. Масса зерна одного колоса у гибридных растений незначительно отличается от этого показателя родительских форм. Масса зерна с гибридного растения  $F_1$  была на 33,3% больше, чем у отцовского сорта **Зимородок** и на 60% больше, чем у материнской особи **Память**.



1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 15 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом  $F_1$  Память/Зимородок.

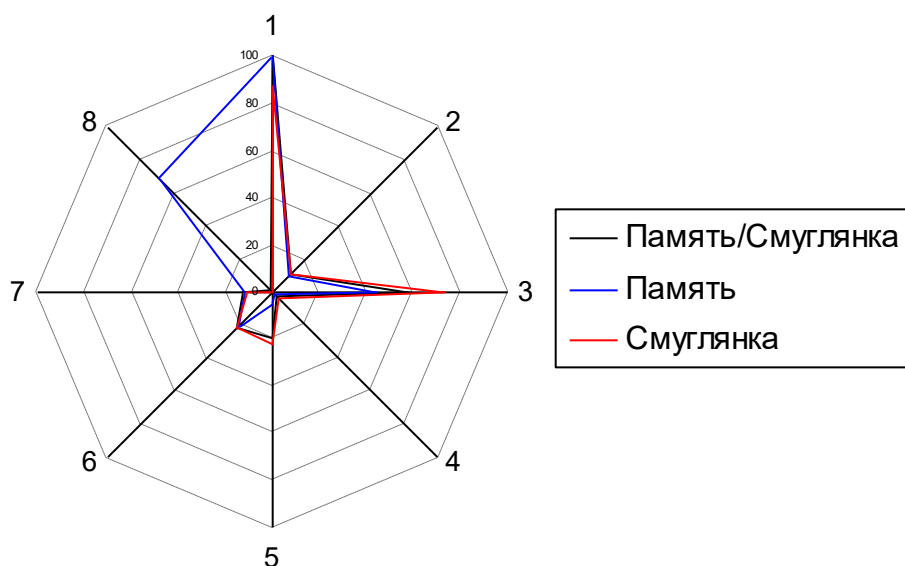
Высота растений гибрида  $F_1$  **Л.220p2-1/PI 178383** была больше, чем у материнской формы на 4,2 см, и меньше на 10 см, по сравнению с отцовской. Число колосков главного колоса гибрида  $F_1$  немногим отличалось от этого показателя материнской линии Л.220 р 2-1 (21,2 и 21,9 шт. соответственно). По сравнению с отцовской формой PI 178383 было больше на 2,9 шт. Длина колоса у растений  $F_1$  практически не отличалась от родительских форм. По количеству зерен с колоса гибрид  $F_1$  уступил материнской форме на 30%, но превзошёл отцовскую на 17,2%. Масса зерна с одного колоса гибрида  $F_1$  соответствовала отцовской форме, но была в 2 раза меньше материнской (рисунок 16).



1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 16 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом F<sub>1</sub> Л.220p2-1/PI 178383.

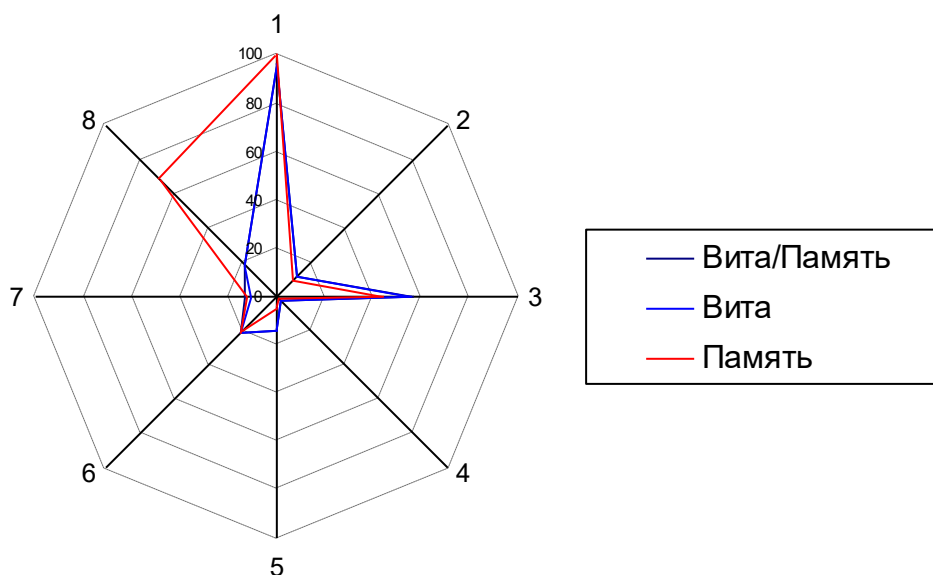
Гибрид F<sub>1</sub> **Память/Смуглянка** – среднерослый и по высоте растений не отличался от материнской формы (101 и 100 см соответственно). Отцовскую форму (Смуглянка) гибрид F<sub>1</sub> превысил на 14 см. По длине колоса и массе зерна с одного соцветия гибрид F<sub>1</sub> **Память/Смуглянка** не отличался от отцовского сорта Смуглянка, но превышал материнскую особь **Память** (рисунок 17).



1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 17 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом Память/Смуглянка.

По высоте растений гибрид  $F_1$  **Вита/Память** – среднерослый, как и оба родителя (96 см). Длина колоса, количество колосков в колосе, количество зерен в колосе, масса зерна с одного колоса и масса зерна с растения у гибридных растений  $F_1$  полностью соответствуют показателям материнского сорта Вита. По сравнению с отцовским сортом Память длина колоса у гибридных растений была больше на 1,8 см; количество зерен в колосе на 11,9 больше; масса зерна с колоса на 0,5 г выше (рисунок 18).

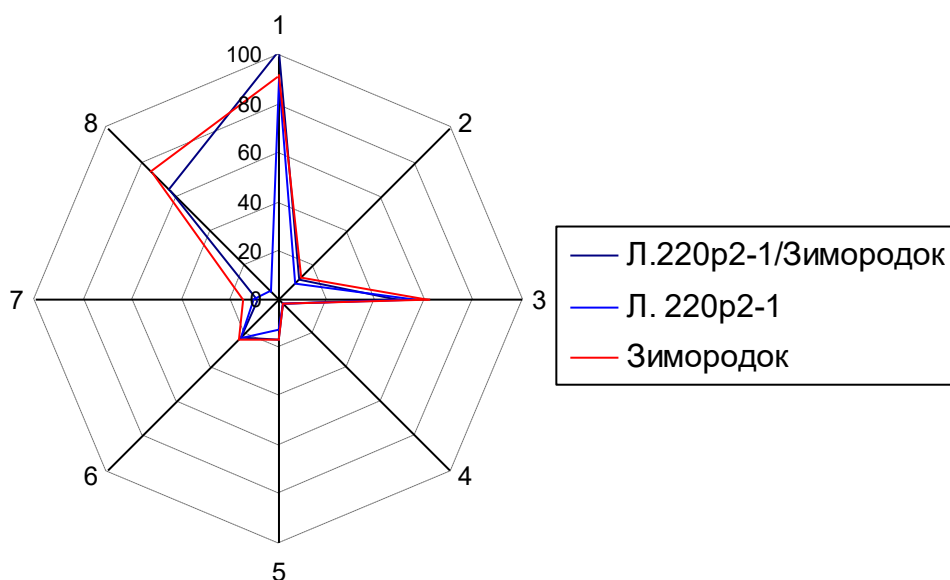


1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 18 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом F<sub>1</sub> Вита/Память.

У гибридных растений F<sub>1</sub> **Л.220р2-1/Зимородок** практически не изменилось количество колосков в одном колосе и масса зерна с колоса (рисунок 19).

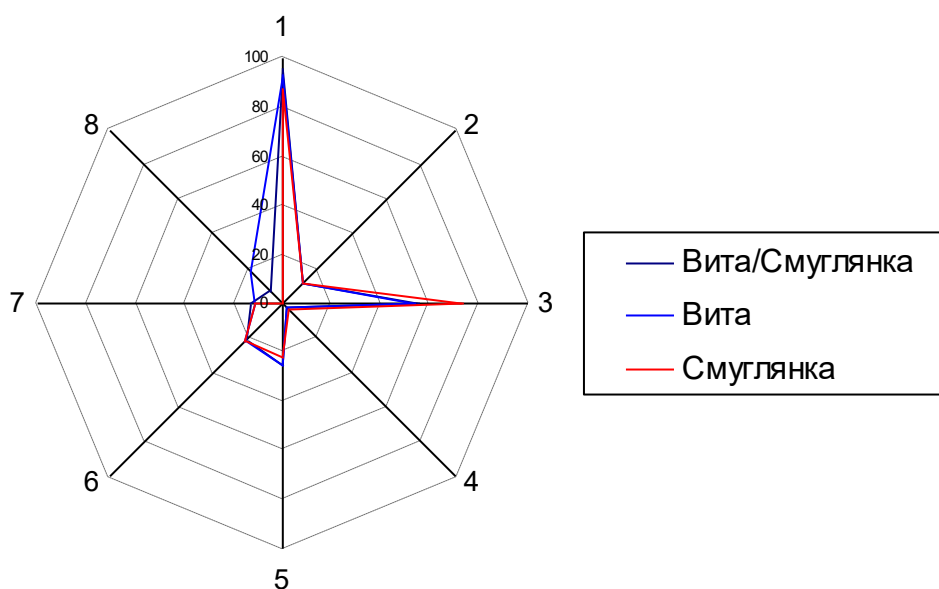
Высота растений гибридов F<sub>1</sub> увеличилась на 10 см в сравнении с родительскими формами. По наступлению даты колошения гибрид оказался более раннеспелым, чем родительские формы. Длина колоса у растений F<sub>1</sub>, по сравнению с материнской формой, увеличилась на 17,5% и уменьшилась на 16% по сравнению с отцовской. Количество зерен в колосе снизилось по отношению к материнской и отцовской формами на 14,6% и 25,5% соответственно.



1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 19 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом F<sub>1</sub> Л.220p2-1/Зимородок.

Высота растений гибрида F<sub>1</sub> **Вита/Смуглянка** превышала материнскую и отцовскую формы на 2,7% и 10,3% соответственно. Длина колоса гибридных растений F<sub>1</sub> и число колосков соответствуют величине этих показателей у родительских форм. Количество зерен в колосе у гибридных растений F<sub>1</sub> на 2,6% выше, чем у материнской особи Вита и на 24,8% меньше, чем у отцовского сорта Смуглянка. Масса зерна колоса на 12% выше, чем у сорта Вита и на 15% ниже, чем у Смуглянки (рисунок 20).



1 – высота растений (см); 2 – длина главного колоса (см); 3 – количество зерен в колосе (шт); 4 – масса зерен с колоса (г); 5 – масса зерен с растения (г); 6 – количество колосков в колосе (шт); 7 – дата колошения (май); 8 – степень поражения твёрдой головнёй (%).

Рисунок 20 – Наследование устойчивости к твёрдой головне, биологических и хозяйственных признаков гибридом  $F_1$  Вита/Смуглянка.

Таким образом, установлено, что устойчивость пшеницы к твёрдой головне в большинстве случаев доминантна, но, в присутствии гена-ингибитора, может быть и рецессивной. Тип наследования зависит от генетической природы резистентности выбранного источника или донора. Поэтому его необходимо устанавливать для каждой конкретной гибридной комбинации.

При изучении характера наследования морфологических и хозяйственно ценных признаков у гибридов  $F_1$  установлено, что по высоте растений большинство из них соответствовало или превышало родительские формы. Не выявлено существенного снижения высоты у гибридных растений. По основным элементам структуры колоса все гибриды  $F_1$  имели равное выражение признака с родительскими формами или различия их были



незначительны, что свидетельствует о хорошей перспективе этих комбинаций на продуктивность.

## 5.2 Формообразовательный процесс в гибридных популяциях F<sub>2</sub>

Второе гибридное поколение характеризуется активными формообразовательными процессами. В популяциях F<sub>2</sub>, все особи имеют разную продуктивность и жизнеспособность. При этом, по мнению Мережко (1994), отсутствует давление отбора, обеспечивается равновероятностное образование гамет. В связи с этим, при использовании ценных признаков в селекции, индивидуальные отборы наиболее целесообразно начинать во втором гибридном поколении.

Целью настоящей работы является создание гибридов, обладающих полезными хозяйственными свойствами и устойчивостью к твёрдой головне. Для изучения наследования устойчивости к твёрдой головне в F<sub>2</sub> использовали гибридные комбинации Л.220p2-1/PI178383, Память/Смуглянка, Вита/Память, Л.220p2-1/Зимородок и Вита/Смуглянка (таблице 38).

Таблица 38 – Гибридологический анализ гибридов F<sub>2</sub> по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, 2009 г.

Комбинация скрещивания	Всего растений, шт.	Расщепление R:S		$\chi^2$	Вероятность <i>P</i>
		фактическое	теоретическое		
Вита/Память	117	80:37	9:7	0,590	0,5-0,25
Л.220p2-1/Зимородок	123	42:81	7:9	0,088	0,8-0,75
Л.220p2-1/PI178383	150	125:25	13:3	0,104	0,75-0,5
Память/Смуглянка	152	121:31	13:3	0,042	0,9-0,8
Вита/Смуглянка	135	128:7	15:1	0,720	0,5-0,25

Анализ полученных данных, приведенных в таблице 39, свидетельствует о разнообразии типов наследования резистентности.

Так, гибридная популяция второго поколения Вита/Память характеризуется теоретическим соотношением устойчивых и восприимчивых растений 9:7 ( $\chi^2=0,059$ ). Такое расщепление свидетельствует о наличии двух доминантных генов устойчивости, взаимодействующих комплементарно (Методические указания, 1986).

В гибридной популяции Л.220р2-1/Зимородок расщепление растений по исследуемому признаку по фенотипу соответствует соотношению 7:9,  $\chi^2=0,088$ , что подтверждает дубликатное проявление двух рецессивных генов.

Во втором поколении гибридной популяции Л.220р2-1/PI 178383 фактическое расщепление R:S составляет 125:25, что соответствует теоретическому 13:3,  $\chi^2=0$ .

Характер расщепления во втором поколении гибридной комбинации Память/Смуглянка показывает наличие одного доминантного и одного рецессивного генов, взаимодействующих дубликатно или присутствия гена-ингибитора. Об этом свидетельствуют данные о полученном соотношении R:S – 13:3 ( $\chi^2=0,042$ ).

Теоретическое расщепление на устойчивые и восприимчивые растения у гибрида F<sub>2</sub> Вита/Смуглянка 15:1 ( $\chi^2=0,720$ ) соответствует дубликатному взаимодействию двух доминантных генов.

Следующим этапом изучения гибридов второго поколения явился анализ их хозяйственно-ценных признаков: высоты растений, количества зерен в колосе и массы зерна с главного колоса.

На рисунках 21-25 приведены результаты исследований количества зерен у гибридов Вита/Память, Вита/Смуглянка, Память/Смуглянка, Л.220р2-1/Зимородок и Л.220р2-1/PI 178383.

Количество зерен в главном колосе у сортов Вита и Память не отличалось и показало максимальное число растений с варьированием зерен от 55 до 60 шт. (рисунок 21). При этом диапазон варьирования находился в пределах 35...90

зерен. Кривая варьирования данного признака у гибрида F<sub>2</sub> **Вита/Память** по отношению к родительским формам смещена на графике в область меньшего количества зерен. Максимальное количество колосьев имело 50 зерен при размахе варьирования 25...70.

Кривая графика, отображающая количество зерен в колосе гибрида F<sub>2</sub> **Вита/Смуглянка**, максимально приближена к значению родительской особи Вита (рисунок 22). Максимальное количество зерен гибрида и родительской формы имело 55 и 60 штук соответственно. У сорта Смуглянка колосья характеризовались большей озернёностью – в среднем 85 зерен в колосе при размахе варьирования 40...100 шт/колос.

Предел варьирования количества зерен в колосе у гибрида второго поколения **Память/Смуглянка**, не выходит за рамки значений данного признака родительских форм, в частности у сорта Смуглянка (рисунок 23). Наибольшее количество гибридных растений сформировало (25% от общего количества) по 55 зерен в колосе, что превысило этот показатель по обеим родительским формам Память и Смуглянка, имевших по 60 и 80 зерен в колосе соответственно. У родительской формы Память преобладали колосья с 60 зернами. У сорта Смуглянка колосья характеризовались большей озернёностью – в среднем 80 зерен в колосе при размахе варьирования 35...95 шт/колос.

У родительских форм гибридной комбинации **Л.220р2-1/Зимородок** наблюдался большой диапазон по количеству зерен в колосе: от 25 до 85 шт. (рисунок 24). В большинстве колосьев линии Л.220р2-1 сформировано по 55 зерен, а у сорта Зимородок – 60 зерен/колос. Кривая распределения растений гибрида по данному признаку не выходила за пределы значений родительских форм и соответствовала варьированию 35...65 зерен с максимумами в точках 50 и 60.

Широким диапазоном изменчивости количества зерен в колосе (25...90) обладали линии Л.220р2-1 и Р1178383 (рисунок 25). С наибольшей частотой у линии Л.220р2-1 встречались колосья с количеством зерен 55. У линии Р1

178383 чаще встречались растения, сформировавшие по 40 зерен в колосе. Минимальное и максимальное количество зерен у растений гибрида F<sub>2</sub> **Л.220p2-1/PI178383** не выходило за пределы родительских форм и составило от 30 до 60. Наиболее часто гибридных растений наблюдалось по 45...50 зерен в колосе.

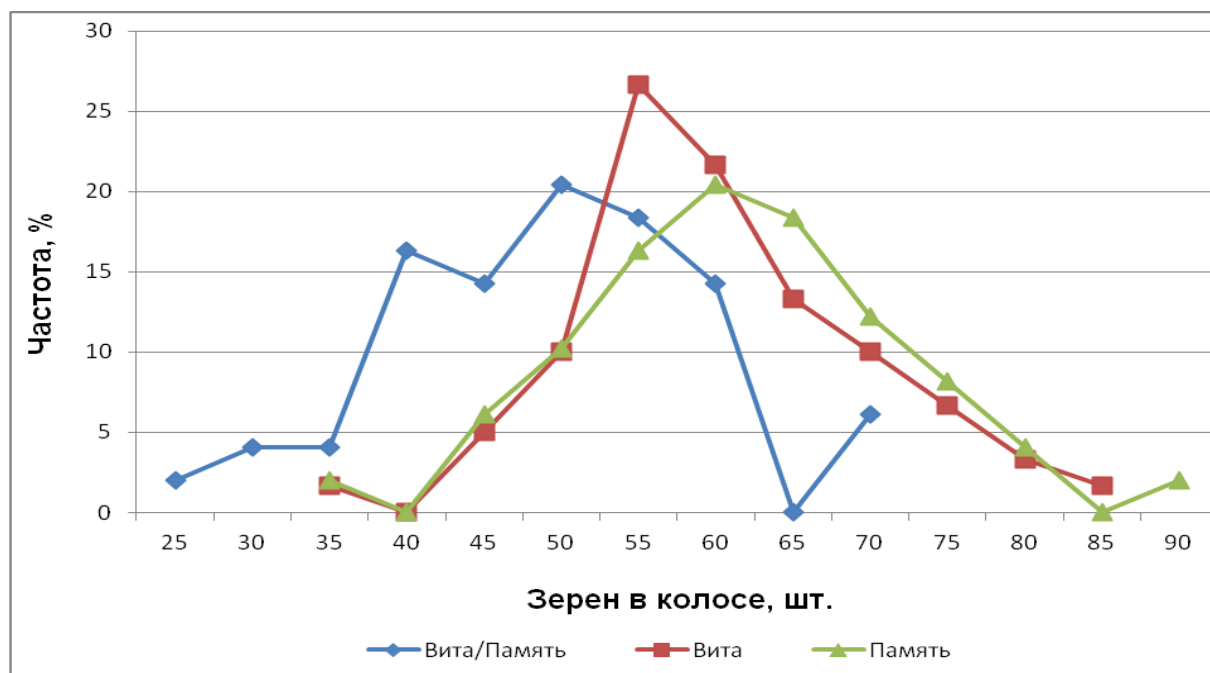


Рисунок 21 – Анализ количества зерен в колосе гибрида Вита/Память и его родительских сортов

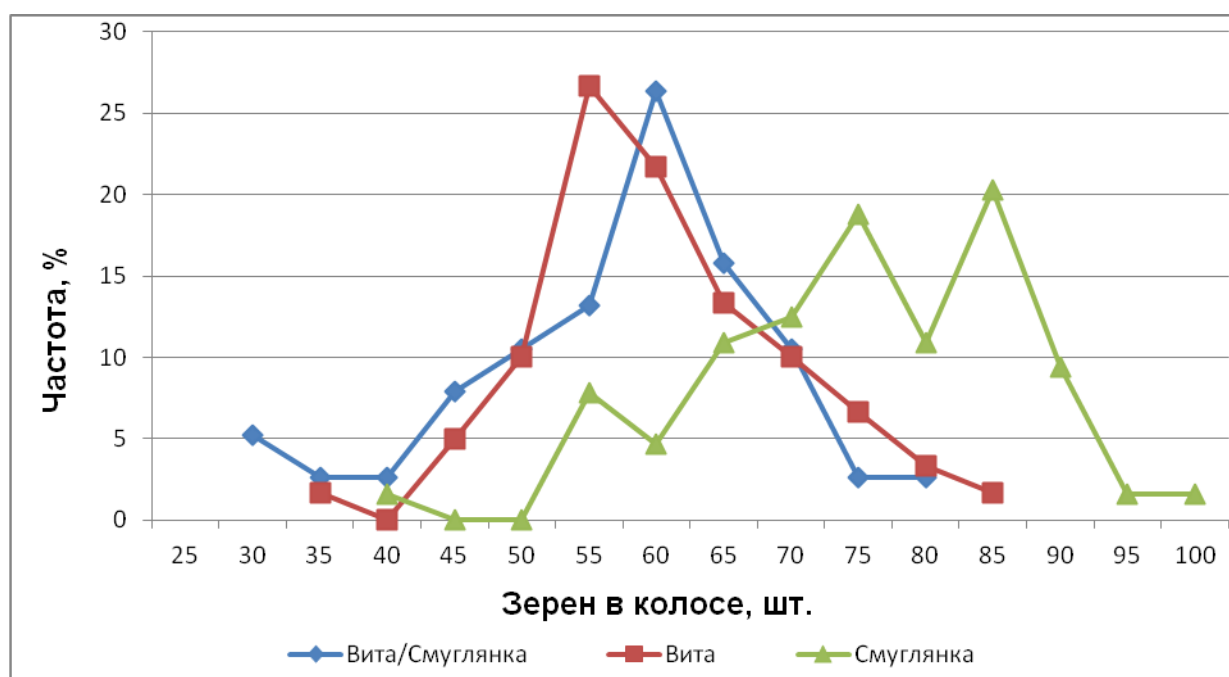


Рисунок 22 – Анализ количества зерен в колосе гибрида Вита/Смуглянка и его родительских сортов

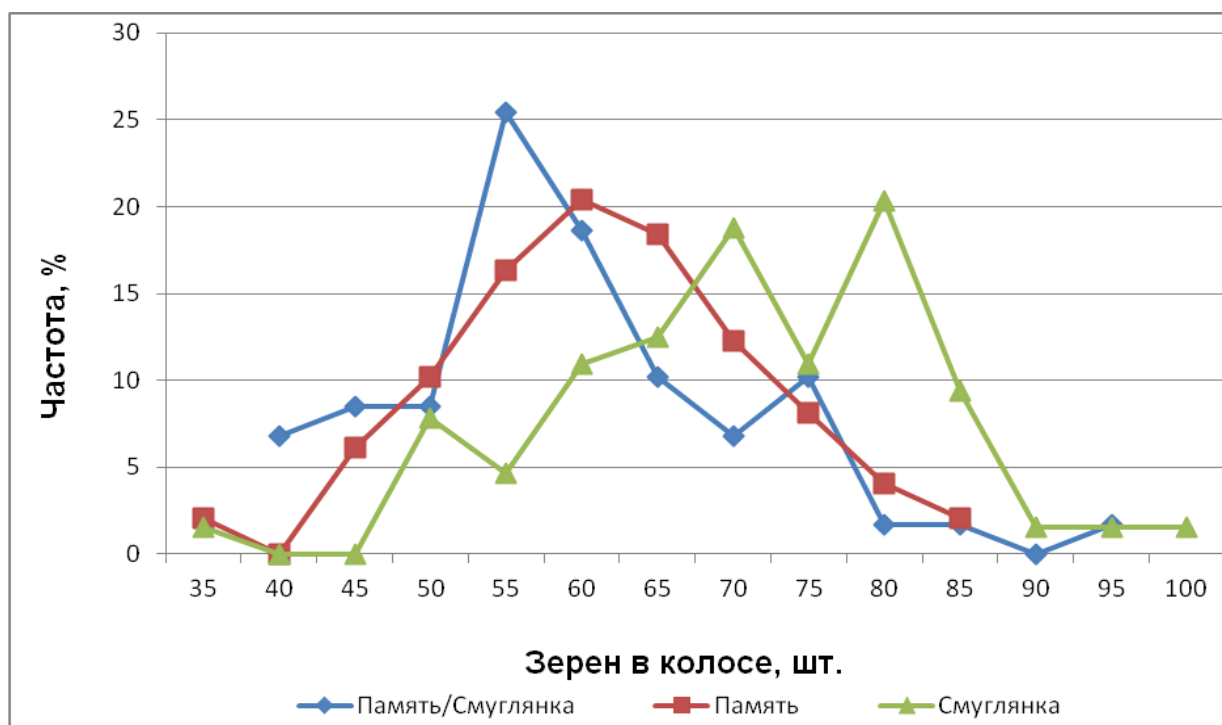


Рисунок 23 – Анализ количества зерен в колосе гибрида Память/Смуглянка и его родительских сортов

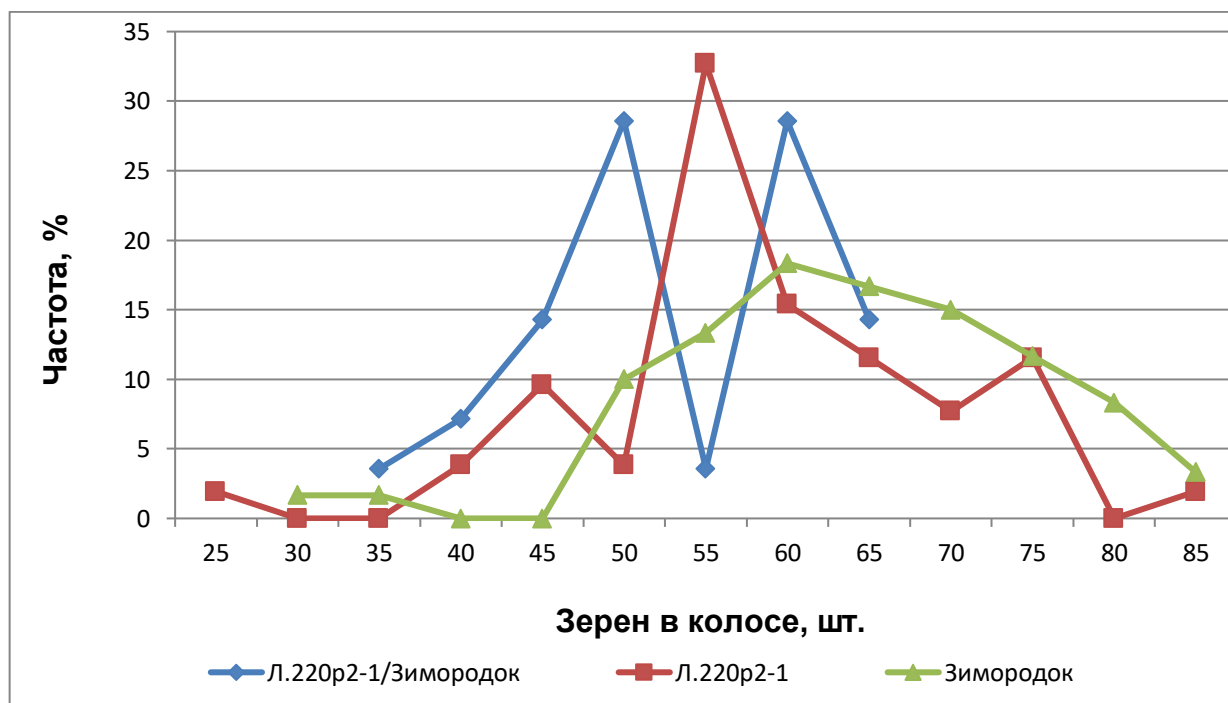


Рисунок 24 – Анализ количества зерен в колосе гибрида Л.220p2-1/Зимородок и его родительских сортов

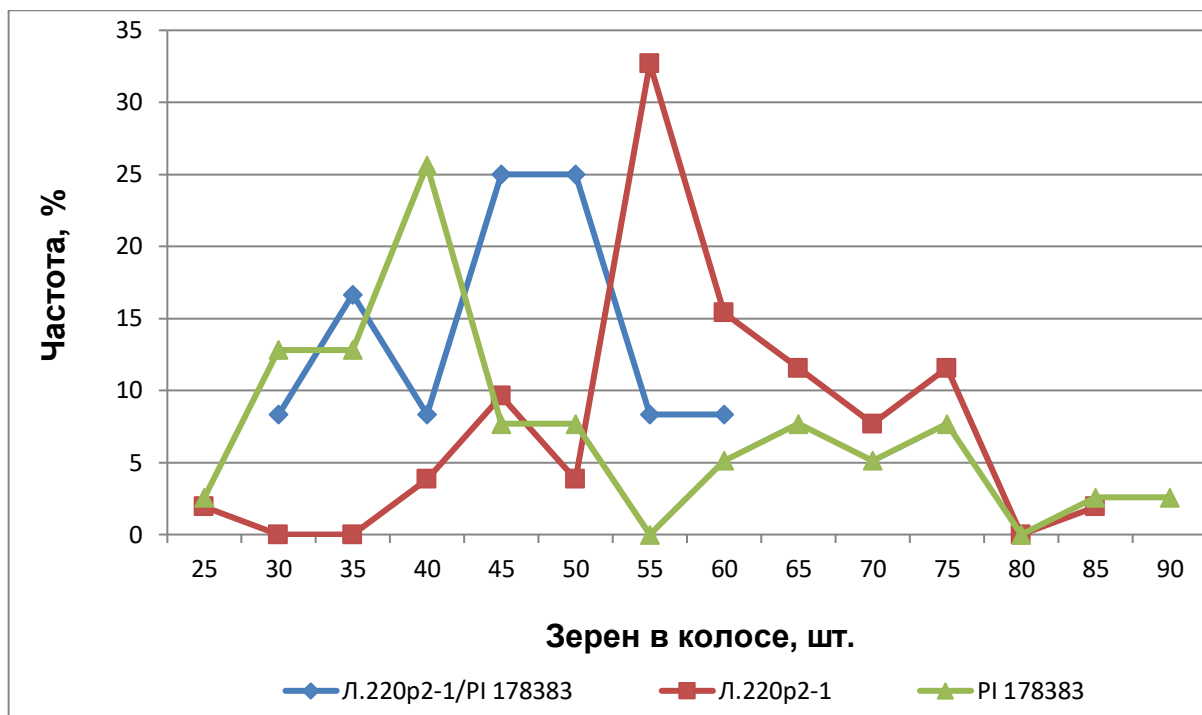


Рисунок 25 – Анализ количества зерен в колосе гибрида Л.220p2-1/ PI178383 и его родительских сортов

Показатели массы зерна с главного колоса гибридных растений **Вита/Память** не имели существенных отличий от родительских форм. Пределы варьирования составили от 1 до 4 граммов, при этом основное количество колосьев имело массу зерен 2,5...3 грамма (рисунок 26).

Варьирование массы зерна с главного колоса гибридных растений F<sub>2</sub> **Вита/Смуглянка** полностью соответствовал родительской форме Вита и соответствовал 1,5...4 г (рисунок 27). Максимальное количество колосьев гибридных растений имело массу зерна 3 грамма, а сорт Вита – 2,5 г. Максимальное количество колосьев родительской формы Смуглянка было с массой зерна 3,5 г. при значительном размахе варьирования от 1,5 до 5 г.

Частота встречаемости колосьев с наибольшей массой зерна гибридных растений комбинации **Память/Смуглянка** и родительской формы Память совпадала в точках 2,5...3 грамма, при варьировании от 1 до 4 граммов (рисунок 28).

Варьирование массы зерна с главного колоса гибридных растений **Л.220p2-1/Зимородок** соответствовало значениям признака родительских форм (рисунок 29). С наибольшей частотой встречались колосья с массой зерна 2,5 грамма, как у линии Л.220p2-1.

Масса зерна с колоса гибридных растений **Л.220p2-1/PI 178383** значительно меньше (1...2 грамма), чем у родительских форм (рисунок 30). Большинство гибридных колосьев весили по 1 грамму. Варьирование массы зерна с главного колоса родительских форм Л.220p2-1 и PI 178383 достигало 1...4 грамма с максимальной частотой встречаемости их по 2,5 и 1,5 грамма соответственно.

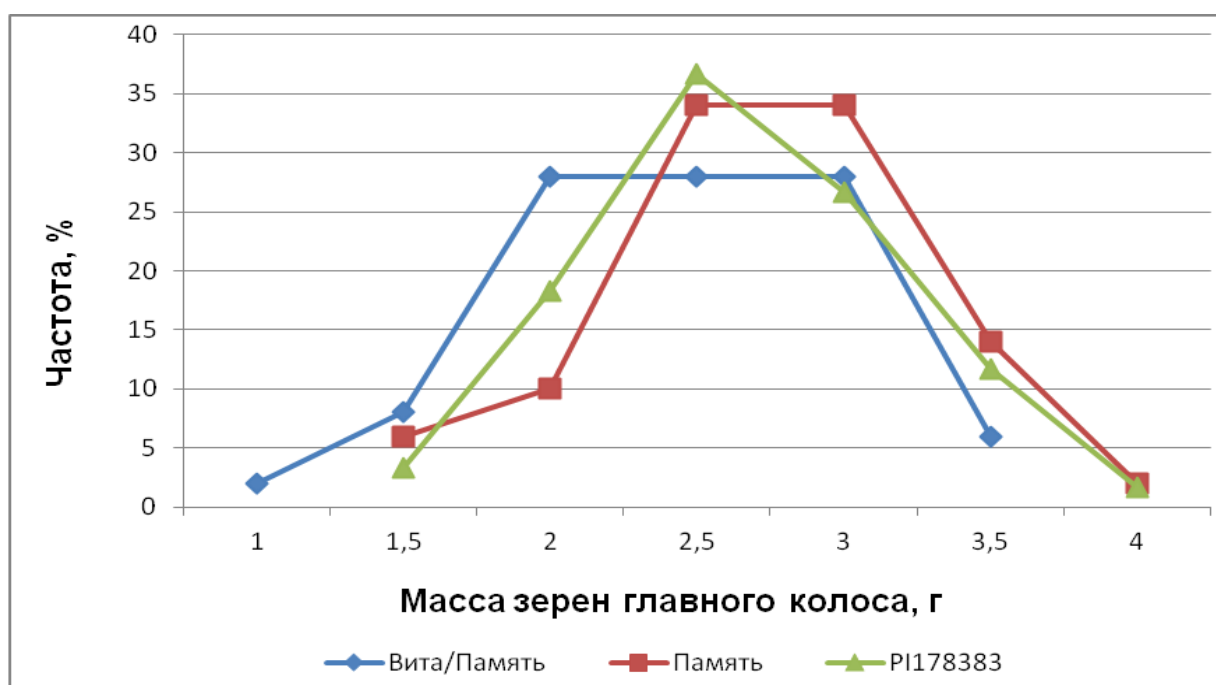


Рисунок 26 – Анализ массы зерен главного колоса Вита/Память и их родительских форм

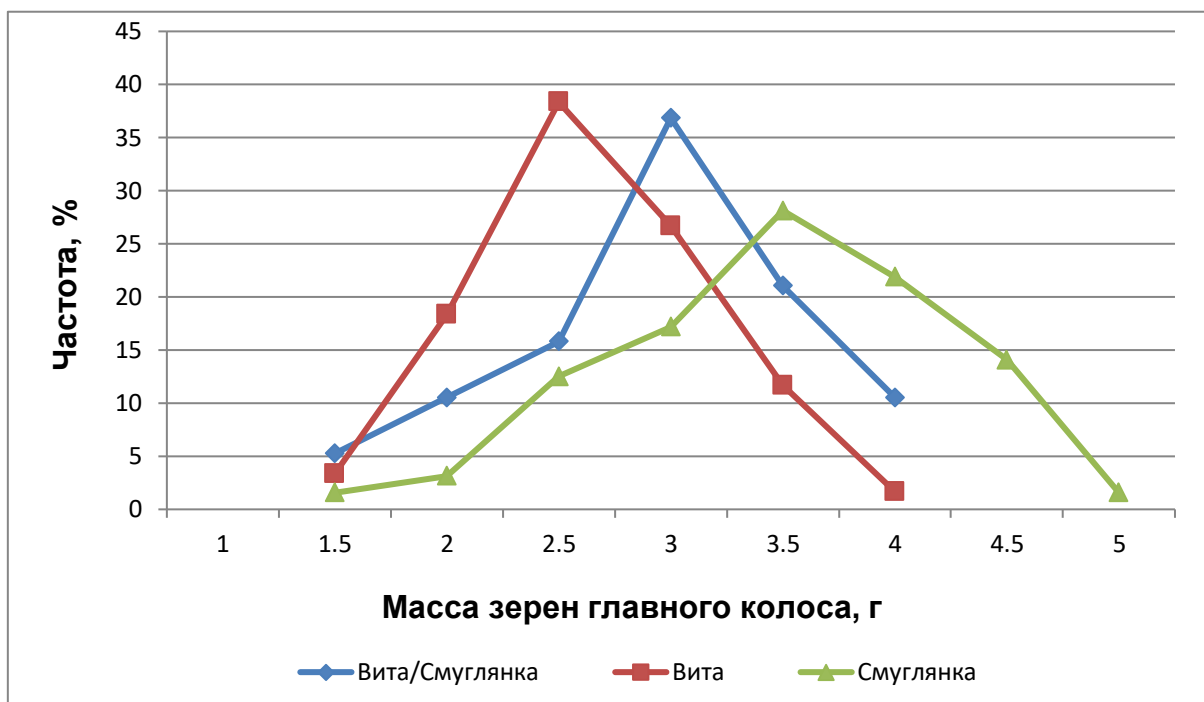


Рисунок 27 – Анализ массы зерен главного колоса Вита/Смуглянка и их родительских форм

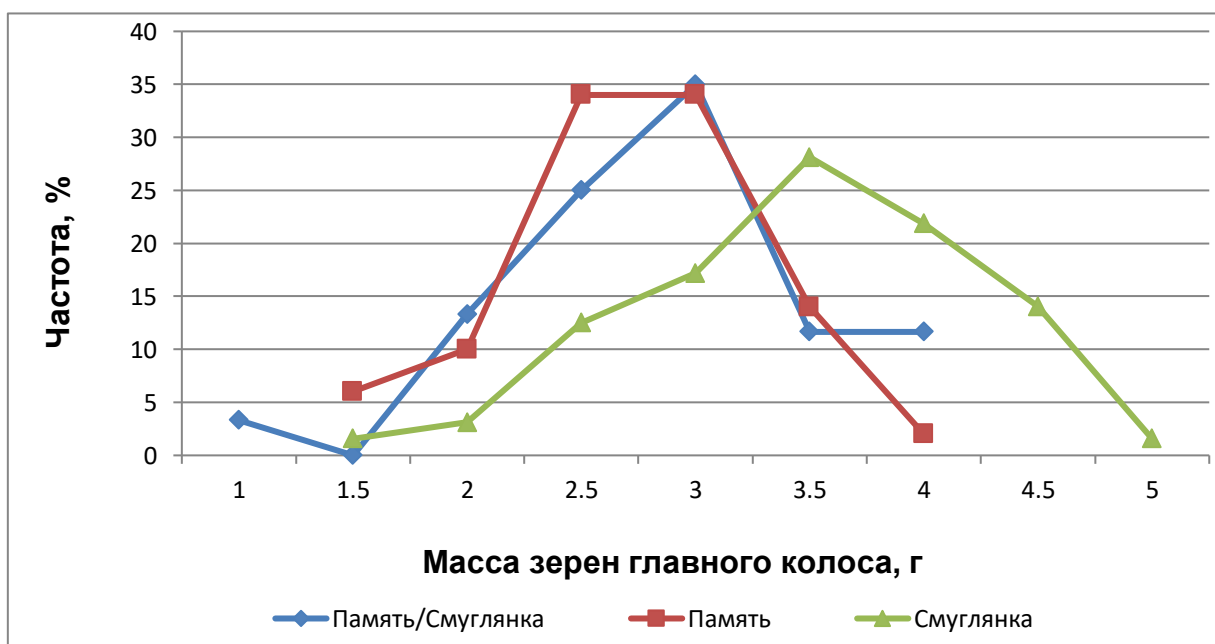


Рисунок 28 – Анализ массы зерен главного колоса Память/Смуглянка и их родительских форм



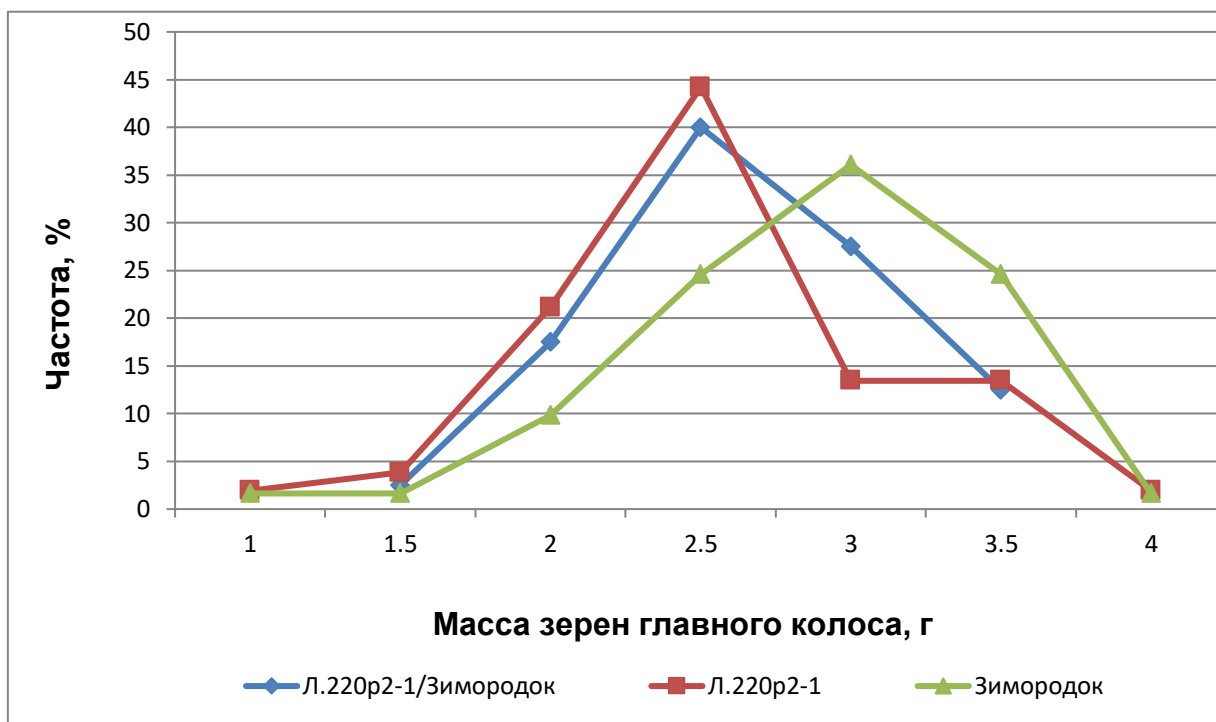


Рисунок 29 – Анализ массы зерен главного колоса Л.220p2-1/Зимородок и их родительских форм

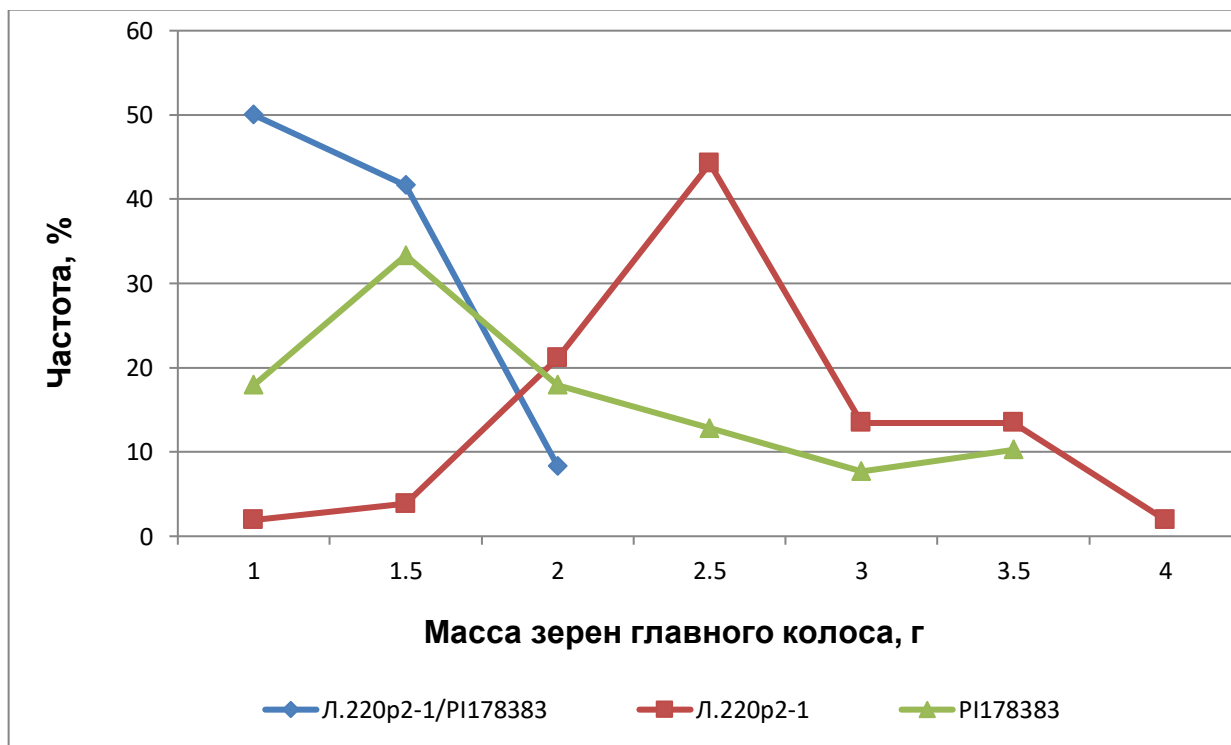


Рисунок 30 – Анализ массы зерен главного колоса Л.220p2-1/PI178383 и их родительских форм

Растения сорта Вита и сорта Память не отличались по высоте. Средние показатели высоты растений этих сортов варьировали от 90 до 100 см и от 90 до 95 см, соответственно (рисунок 31). Значения высоты растений гибрида **Вита/Память** находились в пределах 75...100 см с наибольшим количеством растений высотой 85...95 см. Высота гибридных растений практически не отличалась от значений родительских форм.

Предел варьирования высоты растений сорта Смуглянка составляет – 70...105 см (рисунок 32). Основное количество растений имело высоту 85...90 см. Размах значений высоты растений гибрида  $F_2$  **Вита/Смуглянка** соответствовал значениям от 70 до 120 см. Наибольшее количество гибридных растений было с высотой 95...100 см, как и сорт Вита.

Гибридные растения комбинации **Память/Смуглянка** были выше, чем родительские формы. Их высота соответствовала 100...110 см при варьировании от 85 до 110 см (рисунок 33).

Линия Л.220p2-1 короткостебельная. Её высота варьировала в пределах 85...100 см, с максимальным количеством растений 90 см (рисунок 34). Высота растений сорта Зимородок – 90...95 см. По высоте гибридные растения комбинации **Л.220p2-1/Зимородок** несколько превышали родительские формы. Их высота соответствовала 100 см.

Родительская форма РІ 178383 является среднерослой. Её высота варьирует от 90 до 125 см, 25% растений имеют высоту 115 см. Родительская форма Л.220p2-1 короткостебельная. Кривая распределения гибридных растений комбинации **Л.220p2-1/РІ 178383** по высоте показывает, что они соответствуют в большинстве случаев короткостебельной родительской линии Л.220p2-1 (рисунок 35). Высота гибридных растений значительно ниже, чем у РІ 178383.

Общая закономерность наследования высоты растений гибридов  $F_2$  Вита/Память, Л.220p2-1/РІ178383 состоит в том, что они, как правило, имеют промежуточные значения признака, стремящиеся к нижнему пределу. В гибриде  $F_2$  Вита/Смуглянка высота растений соответствует более высокорослому сорту Вита. Высота гибридных растений в комбинациях

Память/Смуглянка и Л.220р2-1/Зимородок значительно превышает родительские формы. Это указывает на доминирование высокорослого родителя над низкорослым.

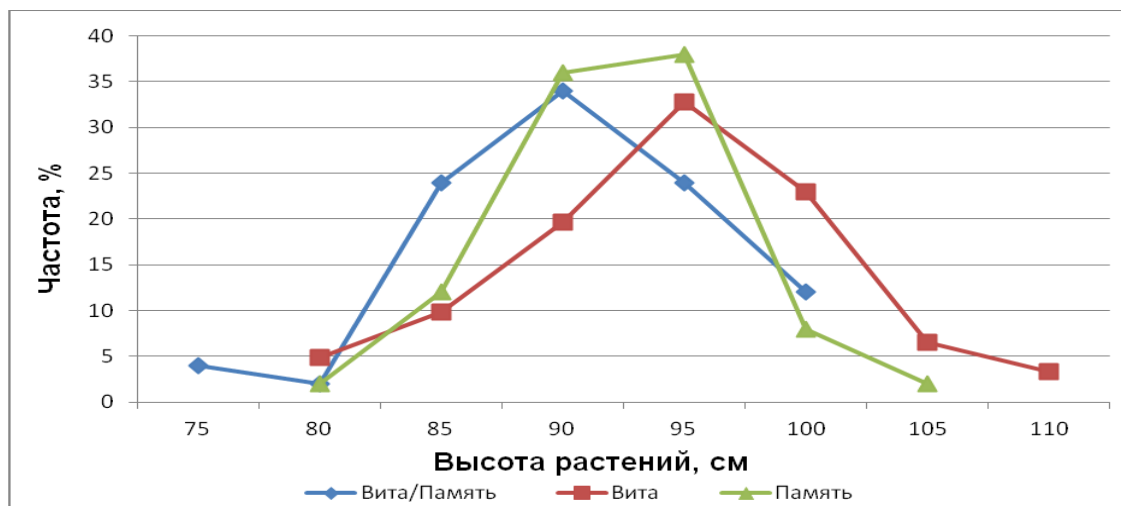


Рисунок 31 – Анализ высоты растений гибрида Вита/Память с его родительскими формами

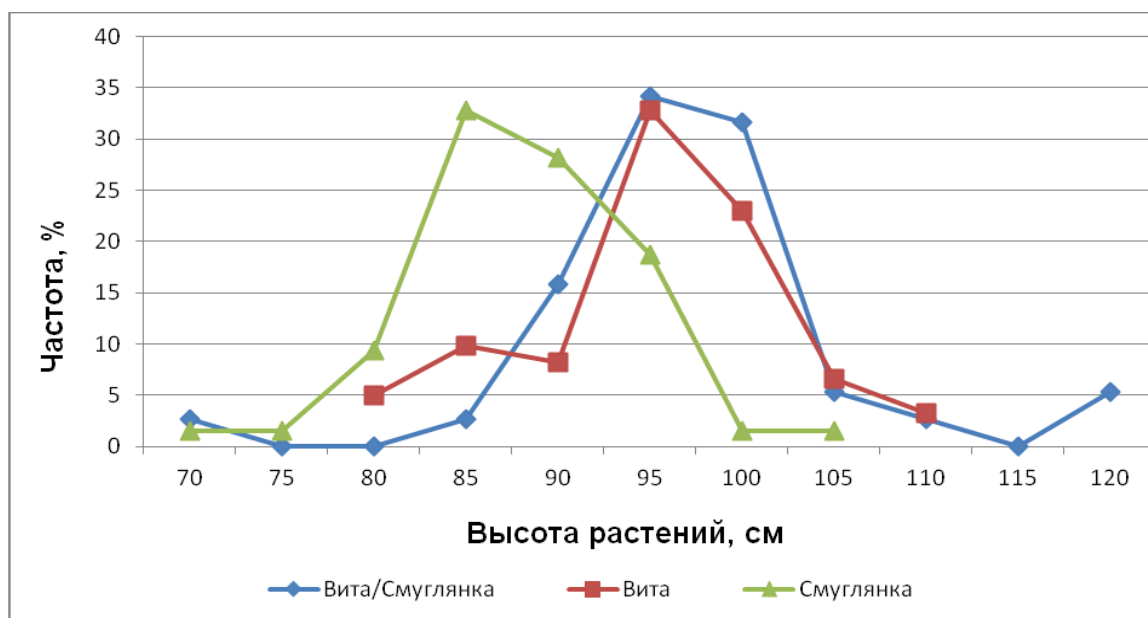


Рисунок 32 – Анализ высоты растений гибрида Вита/Смуглянка с его родительскими формами

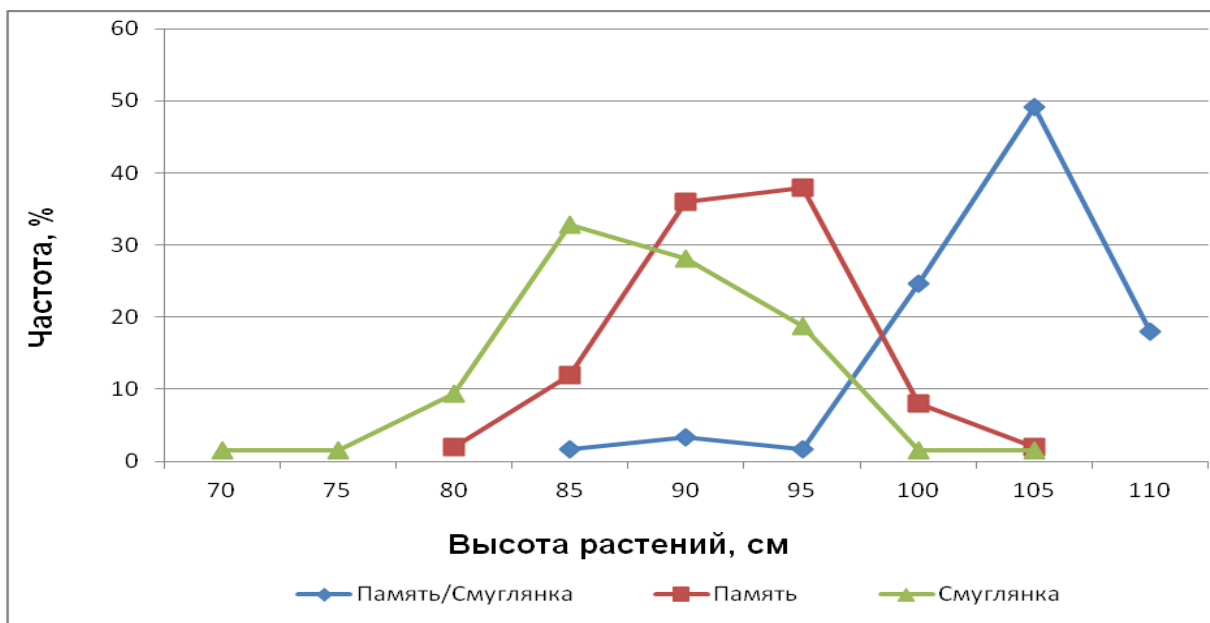


Рисунок 33 – Анализ высоты растений гибрида Память/Смуглянка с его родительскими формами

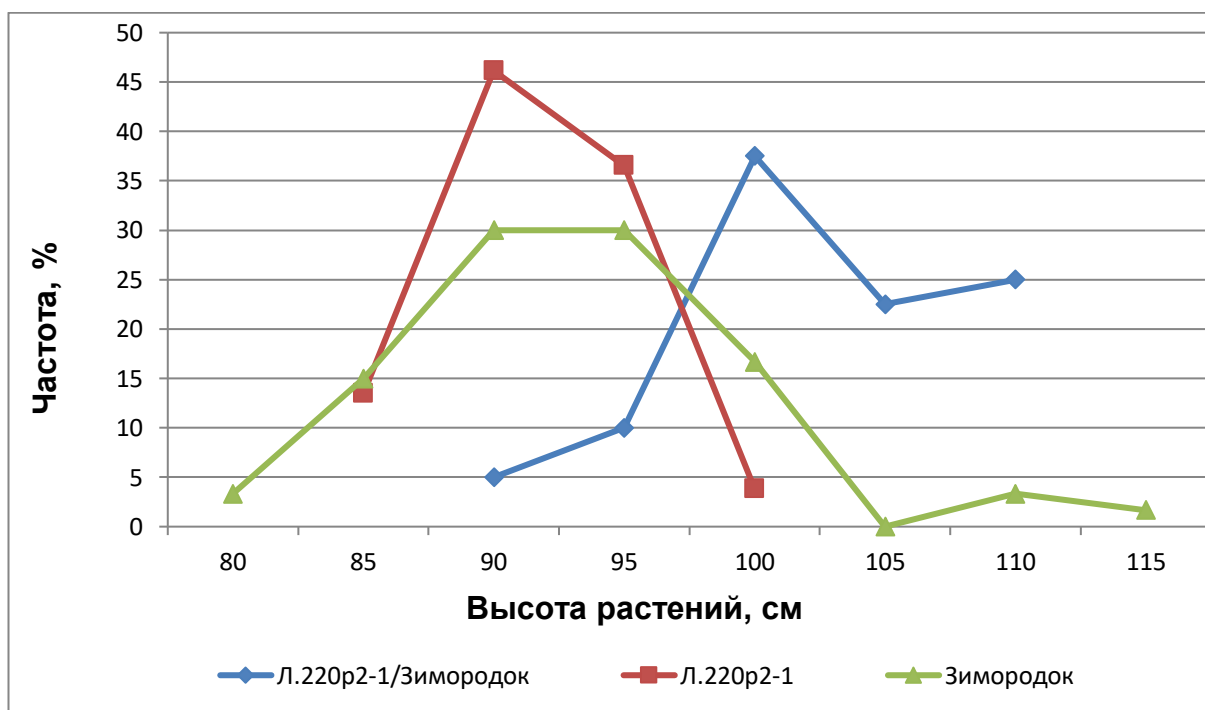


Рисунок 34 – Анализ высоты растений гибрида Л.220р2-1/Зимородок с его родительскими формами

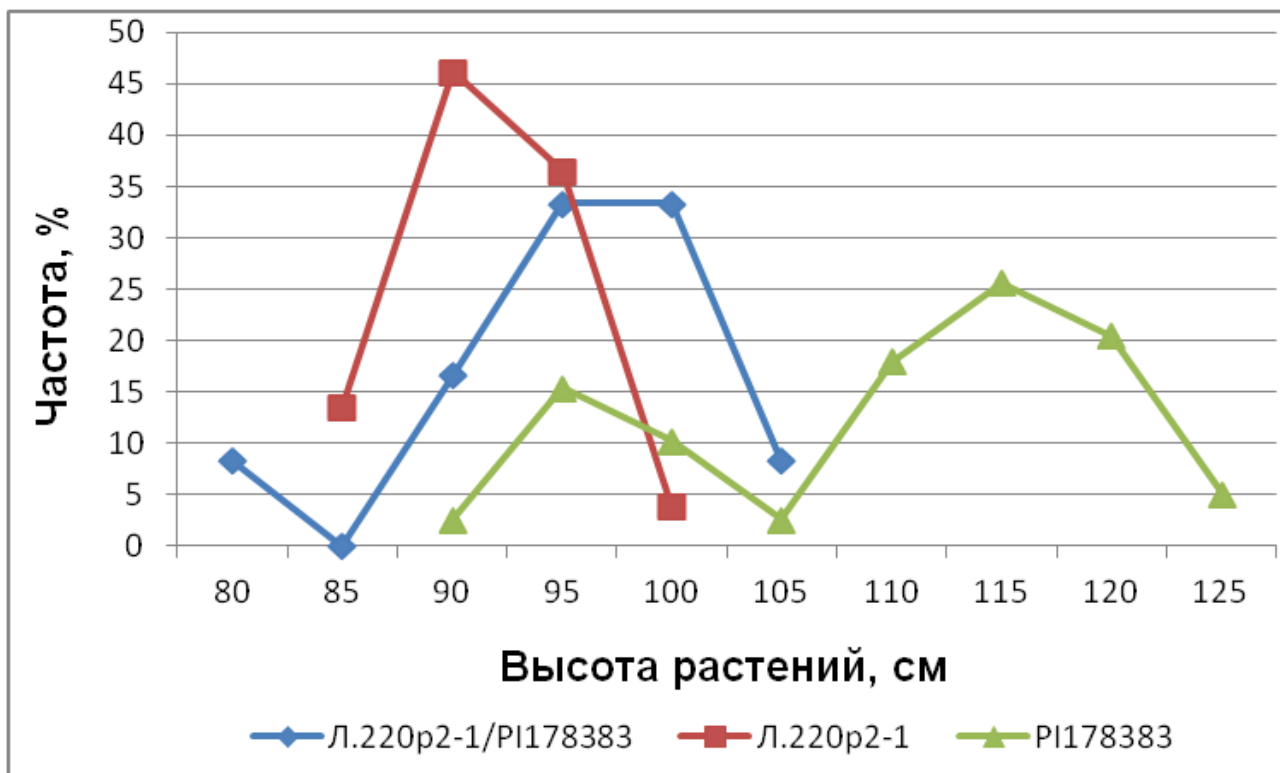


Рисунок 35 – Анализ высоты растений гибрида Л.220p2-1/ PI178383 с его родительскими формами

Таким образом, выявлены особенности наследования устойчивости к *T. caries* у гибридов второго поколения. Так, гибрид Вита/Память характеризуется комплементарным типом наследования двух доминантных генов устойчивости; гибрид Л.220p2-1/Зимородок – дубликатным проявлением двух рецессивных генов; Л.220p2-1/PI 178383, Память/Смуглянка – дубликатным проявлением доминантного и рецессивного генов; Вита/Смуглянка – дубликатным проявлением двух доминантных генов.

Определены особенности наследования хозяйственно-ценных признаков у гибридов второго поколения.

### 5.3 Характеристика нового исходного материала для селекции на устойчивость к возбудителям твёрдой головни

За период селекционной работы было создано более 156 линий, с привлечением доноров устойчивости к твёрдой головне. Ежегодно проводили

отборы лучших потомств в F<sub>2</sub> и последующих поколениях. Основной принцип отборов – минимальная степень поражения твёрдой головнёй (до 10%). Отборы проводили по другим признакам: поражение листовыми пятнистостями, видами ржавчин, полегание, оценка физических свойств зерна, масса 1000 зерен.

В настоящее время нами изучаются 47 созданных линий – доноров устойчивости к твёрдой головне (таблица 39).

Таблица 39 – Характеристика доноров устойчивости к твёрдой головне, 2016-2017 гг.

Линия	Комбинация скрещивания	Поражение твёрдой головнёй, %	Масса 1000 зерен, г	Высота растений, см	Группа спелости
Л.1-04тг5	PI 178383/Дока	3,5	35,6	105-110	среднеспелый
Л.1-04тг7	PI 178383/Дока	1,0	31,4	95-100	среднеранний
Л.1-04тг7-2	PI 178383/Дока	0	33,9	95-100	позднеспелый
Л.1-04тг7-4	PI 178383/Дока	0	31,0	95-100	среднепоздний
Э.1-04тг7-2	PI 178383/Дока	1,4	37,5	95-105	позднеспелый
Э.1-04тг7-4	PI 178383/Дока	1,5	34,3	95-105	позднеспелый
Л.21-07лтг22	PI178383/Смуглянка	4,1	38,2	100-110	позднеспелый
Л.4-07тг10	Вита/Заря	0	37,0	100-110	среднеспелый
Л.4-07тг29	Вита/Заря	0	34,6	100-110	среднеспелый
Л.4-07лтг20	Вита/Заря	6,2	35,0	105-115	среднеспелый
Л.4-07лтг21	Вита/Заря	2,0	35,4	105-115	среднепоздний
Л.1-08тг11	Вита/Л.220р2-1	1,6	31,3	90-100	среднеспелый
Л.6-07лтг25	Вита/Смуглянка	0,5	43,8	80-90	среднеспелый
Л.6-07лтг1	Вита/Смуглянка	3,2	41,1	95-105	среднеспелый
Л.20-07тг10	Заря/Смуглянка	0	37,0	100-110	среднеспелый
Л.17-08тг17	Зимородок/PI 178383	0,7	39,0	100-110	среднеспелый
Л.16-07тг21	Зимородок/Заря	0,9	41,5	100-110	среднеспелый
Л.16-07лтг32	Зимородок/Заря	0	40,1	100-110	среднеспелый
Л.10-07лтг3	Л.220р2-1/PI 178383	1,9	34,4	95-100	среднепоздний
Л.10-07лтг3-1	Л.220р2-1/PI 178383	0,4	33,5	95-100	поздний

окончание таблицы 39					
Л.10-07тг39	Л.220р2-1/PI 178383	2,7	40,6	95-100	среднеспелый
Л.10-07лтг1	Л.220р2-1/PI 178383	0	37,5	85-95	среднеспелый
Л.10-07тг11	Л.220р2-1/PI178383	1,0	36,8	95-100	среднеспелый
Э.10-07тг3	Л.220р2-1/PI178383	2,4	34,7	95-100	среднеспелый
Л.9-07лтг1-1	Л.220р2-1/Заря	3,5	44,0	110-120	среднепоздний
Л.9-07лтг27	Л.220р2-1/Заря	2,1	32,5	115-120	среднеспелый
Л.9-07лтг5	Л.220р2-1/Заря	0	46,2	120-125	среднеспелый
Л.9-07тг5	Л.220р2-1/Заря	0	48,6	120-125	среднеспелый
Л.9-07тг1	Л.220р2-1/Заря	1,0	44,1	115-120	среднеспелый
Л.11-07тг9	Л.220р2-1/Смуглянка	7,5	42,2	100-110	среднеспелый
Л.11-07лтг9	Л.220р2-1/Смуглянка	0,5	41,3	85-95	среднеспелый
Л.11-07лтг1	Л.220р2-1/Смуглянка	6,9	42,7	100-110	среднеспелый
Л.14-08тг9	Память/PI178383	2,0	38,8	100-110	среднеспелый
Л.13-07лтг42	Память/Заря	6,9	35,0	115-125	среднеспелый
Л.13-07лтг7	Память/Заря	0	31,2	115-125	среднеспелый
Л.13-07лтг27	Память/Заря	3,7	48,3	110-120	среднеспелый
Л.13-07тг27	Память/Заря	2,9	37,4	115-125	среднеспелый
Л.13-07тг28	Память/Заря	0,9	32,8	105-115	среднеспелый
Л.15-07тг1	Память/Смуглянка	10,2	40,7	85-90	среднеспелый
Л.2-04тг7	Победа 50/Экспромт	0	39,4	95-105	среднеспелый
Л.2-04тг5	Победа 50/Экспромт	7,0	38,1	105-115	среднеспелый
Л.2-04тг9-4	Победа 50/Экспромт	0,7	42,0	90-100	среднеспелый
Л.2-04тг9-5	Победа 50/Экспромт	1,7	44,0	90-100	среднеспелый
Э.2-04тг9-4	Победа 50/Экспромт	6,8	44,8	95-105	среднепоздний
Э.2-04тг9-5	Победа 50/Экспромт	7,1	31,5	90-100	среднепоздний
Л.6-07тг35	Смуглянка/Вита	5,6	31,8	100-110	среднеспелый
Л.6-07тг12	Смуглянка/Вита	1,4	47,7	100-110	среднеспелый
Память, ст.	1256t/Леда//Панацея	78,1	37,0	95-100	среднеспелый
НСР <sub>05</sub>		0,45	1,51	1,54	

Степень поражения твёрдой головнёй линий, созданных с привлечением устойчивых родительских форм (PI 178383, Заря, Смуглянка, Экспромт, Вита и Л. 220р2-1) варьировала в пределах 0...7,5 %. Максимальную степень поражения проявила линия Л.15-07тг1 (комбинация скрещивания Память/Смуглянка) – 10,2%. Таким образом, можно отнести созданные доноры к классу высоко устойчивых и иммунных.

Линии Л.1-04тг5, Л.1-04тг7, Л.1-04тг7-2, Л.1-04тг7-4, Э.1-04тг7-2 и Э.1-04тг7-4, созданные с использованием РІ 178383 и Дока, среднерослые, по времени созревания – от среднеранних до среднепоздних. Масса 1000 зерен варьировала в пределах 31,0...37,5 г.

От скрещивания РІ 178383 со Смуглянкой создана позднеспелая среднерослая линия Л.21-07лтг22 с массой 1000 зерен 38,2 г.

Линии Л.4-07тг10, Л.4-07тг29, Л.4-07лтг20, Л.4-07лтг21, созданные с использованием таких родительских форм, как Вита и сорт Заря – среднерослые, среднеспелые. Масса 1000 зерен 34,6...37,0 г.

Доноры, созданные при скрещивании сорта Вита с линией Л.220р2-1 и сортом Смуглянка – среднеспелые среднерослые. Комбинация скрещивания Вита/ Л.220р2-1 обеспечила гибриду массу 1000 зерен 31,3 г. В гибриде Вита/Смуглянка этот показатель варьировал в более высоких пределах – 41,1...43,8 г.

Линия Л.17-08тг17 (Зимородок/РІ 178383) среднеспелая, среднерослая. Масса 1000 зерен 39,0 г.

Линии из комбинации Зимородок/Заря (Л.16-07тг21, Л.16-07лтг32) скороспелые, среднерослые. Масса 1000 зерен 40,1...41,5 г.

По дате колошения линии Л.10-07лтг3, Л.10-07лтг3-1, Л.10-07тг39, Л.10-07лтг1, Л.10-07тг11 и Э.10-07тг3 (Л.220р2-1/ РІ 178383) соответствуют среднеспелым и позднеспелым. Линии среднерослые, масса 1000 зерен составила 33,5...40,6 г.

Доноры Л.9-07лтг1-1, Л.9-07лтг27, Л.9-07лтг5, Л.9-07тг5 и Л.9-07тг1 (Л.220р2-1/Заря) – среднеспелые, средне- и высокорослые. Масса 1000 зерен варьирует в пределах 32,5...48,6 г.

Среднеспелые, среднерослые линии Л.11-07тг9, Л.11-07лтг9 и Л.11-07лтг1 (Л.220р2-1/Смуглянка) имеют массу 1000 зерен выше 40 г. (41,3...42,7 г.).

В ходе отборов из комбинации Память/ РІ 178383 выделилась линия Л.14-08тг9 – среднеспелая, среднерослая, с массой 1000 зерен 38,8 г.

Потомство комбинации Память/Заря обладает высокорослостью. Масса 1000 зерен варьирует в пределах 31,2...48,3 г.



По времени созревания среднерослые линии Л.2-04тг7, Л.2-04тг5, Л.2-04тг9-4, Л.2-04тг9-5, Э.2-04тг9-4, Э.2-04тг9-5 распределились от среднеспелых до среднепоздних. Масса 1000 зерен варьирует от 31,5 до 44,8 г.

Среднеспелые, среднерослые линии Л.6-07тг35, Л.6-07тг12 (Смуглянка/Вита) сформировали массу 1000 зерен 31,5...31,8 г.

Все доноры, обладают устойчивостью к полеганию на уровне стандартного сорта Память. По физическим свойствам зерна выделяются линии Л.9-07лтг5, Э.1-04тг7-4, Л.13-07лтг27 и Э.2-04тг9-4 (таблица 40).

Таблица 40 – Иммунологическая характеристика доноров устойчивости к твёрдой головне, 2014-2016 гг.

Линия	Степень поражения, %, тип			Поле- гание, балл	Урожай ность, г/1 п.м.	Оценка, зерна, балл
	твёр- дой голов- нёй	жёл- той ржав- чиной	бурой ржав- чиной			
Л.9-07лтг5	0	50 S	30 MR	3	200	8
Э.1-04тг7-4	2,5	40 MS	70 S	3	175	7
Л.1-04тг7	1,4	40 MS	40 MS	3	175	7
Л.4-07тг10	3,5	40 MS	20 MR	2	210	6
Л.1-08тг11	1,6	20 MR	80 S	2	190	4
Л.6-07лтг25	0,5	50 S	30 MR	3	170	5
Л.20-07тг10	0	10 R	10 MR	3	195	6
Л.17-08тг17	1,4	40 MS	40 MS	2	185	5
Л.10-07лтг3-1	0,4	50 MS	5 R	2	190	3
Л.11-07лтг1	6,9	10 R	20 MR	2	200	4
Л.13-07лтг27	3,7	20 MR	10 MR	3	235	7
Э.2-04тг9-4	6,8	50 S	40 MS	2	210	7
Память, ст.	78,1	30 MS	80 S	3	220	8
НСР <sub>05</sub>					8,71	

На ряду с высокой устойчивостью к твёрдой головне за все годы изучения слабым поражением к жёлтой и бурой ржавчинам обладали гибриды, созданные от скрещивания Заря/Смуглянка и Заря/Память, а также Л. 220р2-1/Смуглянкой. Другие линии поразились ржавчинами в степени выше средней.

## 6 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТВЁРДОЙ ГОЛОВНЕ В НЦЗ ИМ. П.П. ЛУКЪЯНЕНКО

Оценочная работа по изучению устойчивости к возбудителю твёрдой головни начинается с питомников конкурсного сортоиспытания. За период исследований (2007-2016 гг.) переданы на ГСИ и включены в Реестр селекционных достижений РФ ряд сортов пшеницы, обладающие разной степенью резистентности к возбудителю твёрдой головни.

В таблице 41 представлены лучшие сорта мягкой пшеницы по устойчивости к твёрдой головне, которые в разные годы были внесены в Госреестр РФ и возделываются в Краснодарском крае и других областях страны, занимая большие посевные площади.

Работа над созданием сорта **Купава** была начата академиком П.П. Лукьяненко с привлечением в скрещивания эколого-географически отдаленных форм. Им, в 1970-1973 гг. были проведены скрещивания сорта Кавказ с американским и украинским образцами Атлас 66 и Днепропетровская 846, сортов Краснодарская 46 и югославской Златна Долина, Северодонской с болгарской Русалкой. Создание сорта с использованием этого гибридного материала оказалось возможным с помощью сложной ступенчатой гибридизации.

Купава к уборке может формировать на 1 м<sup>2</sup> посева до 500...600 колосьев. Продуктивность каждого колоса составляет 1,2...1,4 г зерна. Районирован в 1998 году. За пять лет исследований в институте и на ГСУ края (1996...2000 гг.) превысил стандарты по урожайности в среднем на 0,3...0,5 т зерна с 1 га. Потенциал урожайности 10 и более т зерна с 1 га.

Таблица 41 – Лучшие сорта озимой мягкой пшеницы по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инф. фон, Краснодар

Сорт	Год внесения в Госреестр РФ	Происхождение	Поколение отбора	Степень поражения, %, среднее за 2008-2011 гг.
Купава	1998	КН90ас21-10/КН3161а29-2901		15,2
Батько	2003	КН4217Г25908-4228/ КН5126h85/5//КН512h85/5		31,7
Краснодарская 99	2003	КН 2665 h 10233 / КН 4695 h 499//КН2621 h 24-82	F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>7</sub>	37,1
Юбилейная 100	2004	Genrumil / КН 770 h 352)	F <sub>2</sub> , F <sub>6</sub>	32,3
Вита	2004	Олимпия 2/КН3161а29-5		23,9
Таня	2005	Градо/Скифянка		38,2
Нота	2006	Лют.5056h44- 3/2//Лют.2618Г26465		44,4
Грация	2008	Леда//Нана/Купава		35,1
Айвина	2009	Зимородок/Лют.90-178а20-13		20,4
Иришка	2009	Обрий/Скифянка	F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>6</sub> , F <sub>8</sub>	29,8
Юка	2012	Половчанка/Руфа		25,8
Память, ст.	2004	1256t/Леда//Панацея		78,1

Посевные площади сорта в 2004 г. в Краснодарском крае составляли 102 тыс. га. Он был признан стандартом в Узбекистане, где высевался на площади до 400 тыс. га в год. Сорт был районирован также в Азербайджане. Сорт среднерослый, устойчив к полеганию, среднераннеспелый, слабо поражается бурой и стеблевой ржавчинами, септориозом и мучнистой росой. Поражается в средней степени жёлтой ржавчиной и выше средней фузариозом колоса. Поэтому его не следует использовать для посева по предшественнику кукуруза. Рекомендуется для возделывания в более сухих зонах, где более высокую прибавку даёт при посеве по предшественникам озимая пшеница и подсолнечник. Благодаря короткой стадии яровизации может использоваться для пересева изреженных озимых или для посева в чистом виде ранней весной

(в срок до пятого марта). Имеет хорошие мукомольно-хлебопекарные качества (Колесников и др., 2001).

Сорт обладает хорошей устойчивостью к твёрдой головне. В 1997-1999 годах на искусственном фоне заражения твёрдой головнёй в среднем поразились на 14,8% (Колесников, 2000). В дальнейших исследованиях (до 2009 года) сорт также проявлял устойчивость к патогену, средняя степень поражения 15,2%.

Сорт **Батько** включен в Государственный реестр селекционных достижений с 2003 года. Получен методом сложной ступенчатой гибридизации и индивидуального отбора из гибридной популяции КН4217Г25908-4228/КН5126h85/5// КН5126h85/5 (Сорта, 2004; 2005).

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт короткостебельный, устойчив к полеганию. Среднеустойчив к осыпанию. Скороспелый. Морозостойкость повышенная, засухоустойчивость высокая.

Потенциал продуктивности – 110 ц зерна с 1 га. Рекомендуется выращивать на высоком и среднем агрофоне. В период с 2008 по 2012 годы наибольший урожай сорта получен по предшественнику пар (таблица 42).

Таблица 42 – Урожайность сорта Батько в зависимости от предшественника, Краснодар, ц с 1 га

Год	Предшественник				НСР <sub>05</sub>
	кукуруза/зерно	пшеница	пар, контроль	подсолнечник	
2008	91,0	69,3	98,6	82,0	1,34
2009	80,1	51,0	98,7	71,4	2,18
2010	76,0	66,0	79,3	83,7	2,53
2011	97,0	80,4	96,6	90,3	1,25
2012	49,5	53,9	48,3	47,0	1,7

По всем характеристикам качества зерна соответствует требованиям, предъявляемым к «сильным» пшеницам (таблица 43).

Сорт Батько на фоне искусственного заражения не поражается пыльной головнёй. Средневосприимчив к стеблевой ржавчине и септориозу. Восприимчив к бурой и жёлтой ржавчине, мучнистой росе и фузариозу колоса. За период изучения на искусственном инфекционном фоне по твёрдой головне характеризуется как средневосприимчивый (степень поражения в среднем составляет 33,5%). Стабильная средняя восприимчивость к твёрдой головне сорта Батько является результатом трансгрессии при скрещивании родительских форм со средней выраженностью признака.

Таблица 43 – Технологические качества зерна сорта пшеницы Батько, Краснодар, пар, 2008- 2012 гг.

Сорт	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, % а.с.в.	Клейковина, %
Батько	791,8	38,8	13,6	24,0
Нота	786,8	38,1	13,6	23,9
Таня, ст.	781,2	40,4	13,2	22,4
НСР <sub>05</sub>	2,62	1,09	1,81	1,44

Прогрессом в селекции озимой мягкой пшеницы на продуктивность и другие признаки является сорт **Краснодарская 99**, который создан в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко (НЦЗ) и на Северокубанской сельскохозяйственной станции (СКСХОС) НЦЗ. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2003 году, Украины в 2006 году.

Родоначальное растение отобрано четырехкратным индивидуальным отбором в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> и F<sub>7</sub> из гибридной комбинации последнего этапа скрещивании линий нашей селекции F<sub>1</sub> Лютесценс 2665Г10233/Эритроспермум

4695h449//Лютесценс 2621h24-82. В генеалогии этих линий участвовали широко известные сорта Кавказ, Сиете Церрос (Мексика), Краснодарская 39, Безостая 2, Северодонская, Одесская 66, Партизанка (Югославия) и Обрий (Сорта, 2004; 2005).

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт низкорослый (80...90 см), с очень прочной соломиной и высокой устойчивостью к полеганию, среднеспелый, высокопродуктивный. Зимостойкость выше средней, засухоустойчивый. Качество зерна высокое, занесен в список «ценных» пшениц. Зерновка яйцевидной формы, средней крупности, масса 1000 зерен 38-44 г.

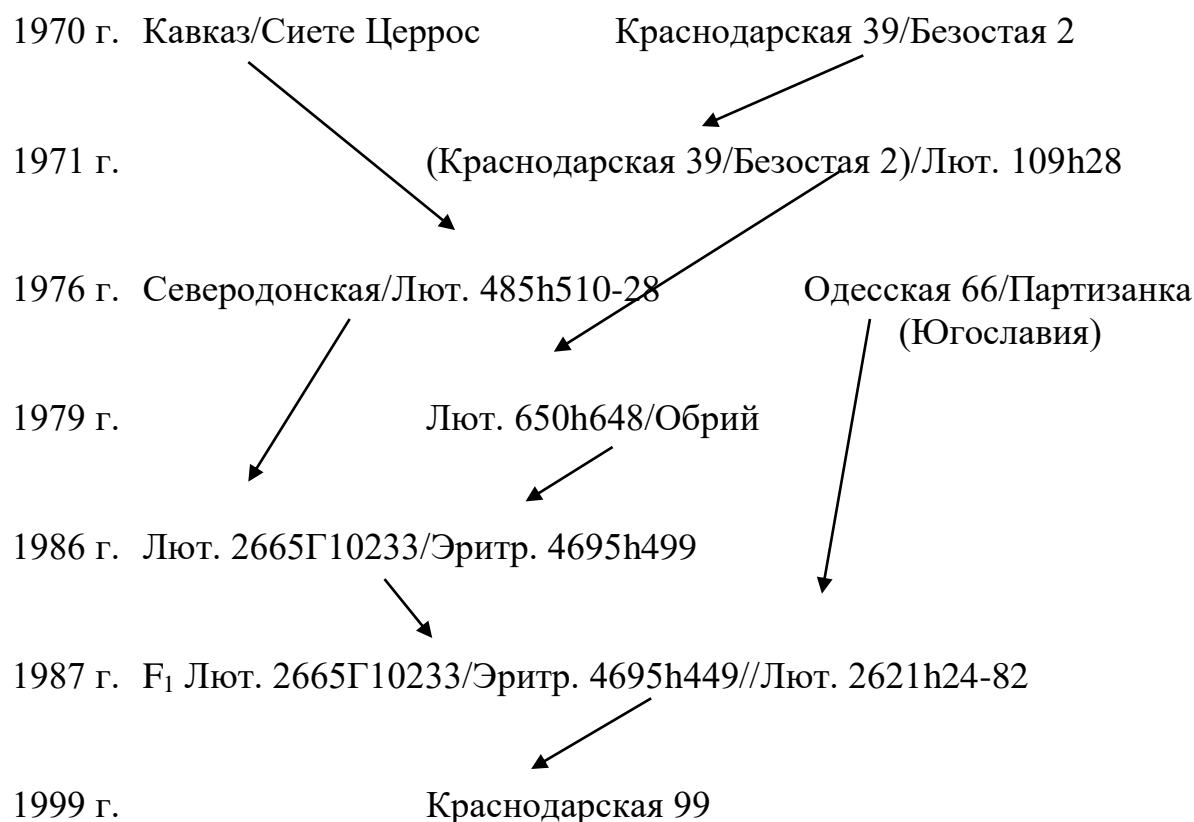


Рисунок 36 – Генеалогия сорта Краснодарская 99

На фоне искусственного заражения высокоустойчив к пыльной головне. Устойчив к стеблевой ржавчине. Имеет полевою устойчивость к желтой ржавчине. Среднеустойчив к септориозу и мучнистой росе. Восприимчив к бурой ржавчине и фузариозу колоса. За годы исследований на искусственном

инфекционном фоне по твёрдой головне сорт проявлял среднюю восприимчивость (степень поражения в среднем составляла 37,1%). **Анализ генеалогии сорта показал, что средняя восприимчивость детерминирована генетической резистентностью от сорта Кавказ** (рисунок 36). По нашим данным и согласно литературным источникам (Сунич, 1995; Методическое пособие, 1989) на протяжении многих лет сорт Кавказ характеризуется слабым поражением твёрдой головней (16,4...19,6%) в разных агроклиматических зонах.

Рекомендуется возделывать на высоком и среднем агрофоне: многолетним травам, черному пару, занятым парам, гороху, рапсу. Не целесообразно размещать после кукурузы на зерно.

Продолжительность вегетационного периода является важным биологически адаптивным хозяйственно-ценным свойством в селекции пшеницы. С ним связано множество других свойств, определяющих «уход» от засухи, поражение болезнями, урожай и качество зерна.

Сорт озимой мягкой пшеницы **Юбилейная 100** - короткостебельный, ультраскороспелый. Потенциал зерновой продуктивности свыше 90 ц с 1 га. Обладает высокими мукомольными и хлебопекарными качествами. Сорт занесен в список «ценных» пшениц. Имеет преимущество на высоком агрофоне.

Включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2004 года, Украины в 2007 году.

Средневосприимчив к трем видам ржавчины, септориозу и мучнистой росе. Восприимчив к фузариозу колоса. Благодаря ультраскороспелости сорта, не исключен «уход» от поражения возбудителем твёрдой головни во время вегетации. Вероятно, при высокой интенсивности роста и развития растений, мицелий, прорастающий в тканях, не «успевает» достигнуть точки роста и не проникает в зарождающиеся зерновки. Средняя степень поражения на искусственном инфекционном фоне составляет 32,3%, что характеризует его как средневосприимчивый к патогену. **Что касается генетической защиты**

сорта, то мы предполагаем, что она унаследована от одной из родительских форм *Genzumil* происхождением из Китая (рисунок 37).

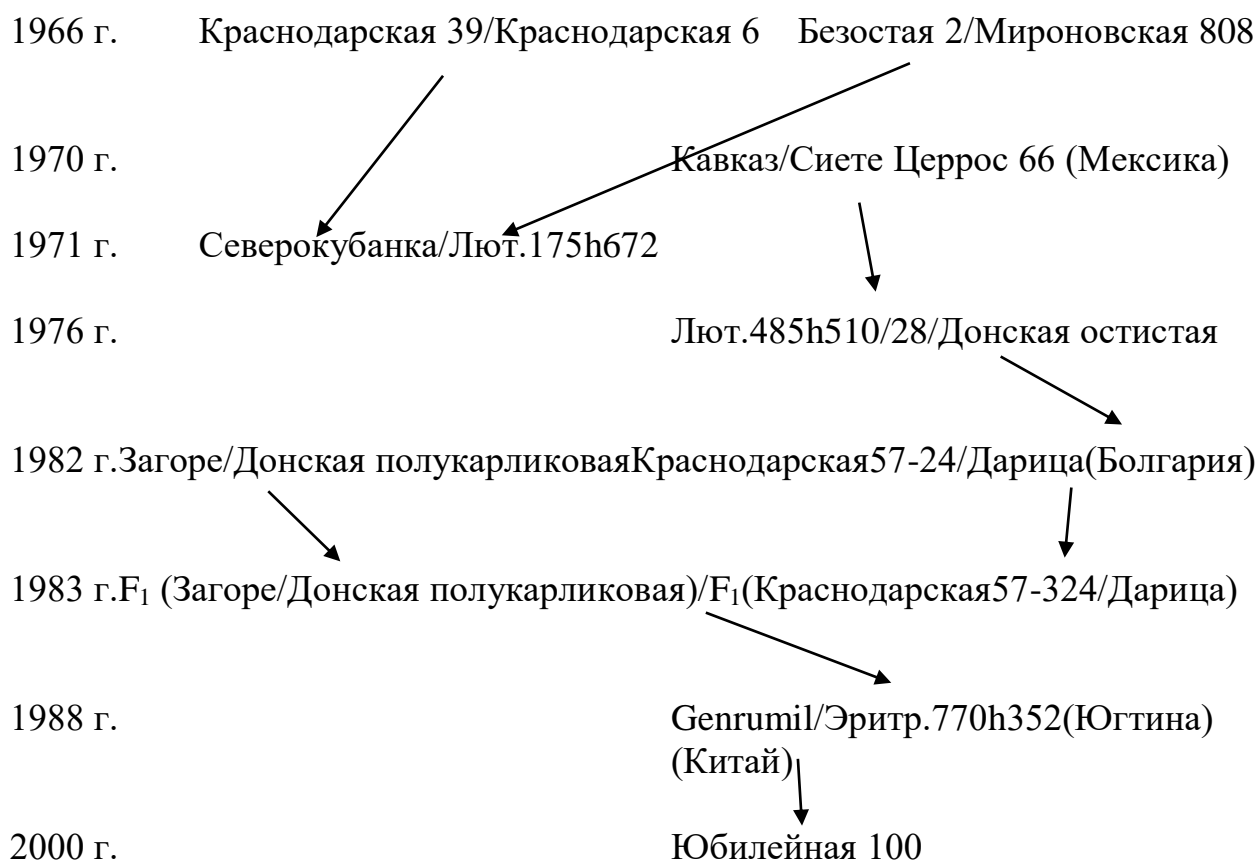


Рисунок 37 – Генеалогия сорта Юбилейная 100.

В 1980-е годы при изучении сорта Юбилейная 100 на искусственном инфекционном фоне по твёрдой головне он проявлял реакцию слабой восприимчивости со степенью поражения 13,5...18,4%.

Сорт озимой мягкой пшеницы **Вита** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2004 года. Получен методом двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции Олимпия 2 / КН 3161a29-5 (созданной на основе сорта Кавказ).

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт среднеспелый, созревает на 2...3 дня раньше стандарта Соратница. Растения не высокие (95...100 см), устойчивы к полеганию, с повышенной зимостойкостью, близкой к стандарту. Устойчивость к осыпанию высокая. На высоком агрофоне способен



формировать ценное зерно. Включен в реестр сортов «филлеров» (Сорта, 2004; 2012).

Потенциал зерновой продуктивности сорта 95 ц с 1 га. За 8 лет (1997...2004 гг.) изучения в институте по 4 предшественникам при внесении средних доз удобрений в 56 сортоопытах урожайность составила 76,7 ц/га, что на 5,1 ц/га выше стандарта. При изучении на ГСУ Краснодарского и Ставропольского краев и Республики Адыгея при средней урожайности от 50,0 до 90,0 ц/га прибавки варьировали от 2,0 до 6,0 и более ц/га. В КСИ института в 1997...2004 гг. в 56 сортоопытах по четырём предшественникам его средняя урожайность была 7,7 т зерна с 1 га, что на 0,5 т с 1 га выше в сравнении со стандартом. Посевные площади сорта Вита в Краснодарском крае в 2007 г. составляли 57,7 тысяч га. С 2009 г. он включен в список районированных в Украине (Колесников и др. 2014).

На фоне искусственного заражения устойчив к стеблевой ржавчине. Среднеустойчив к жёлтой ржавчине и мучнистой росе. Средневосприимчив к септориозу. Восприимчив к бурой ржавчине и фузариозу колоса. Морозостойкость выше среднего значения. Средняя степень поражения Виты твёрдой головнёй за ряд лет изучения на искусственном фоне составила 23,9%, что характеризует его как слабовосприимчивый. **Реакцию слабой восприимчивости к возбудителям твёрдой головни сорт Вита унаследовал от родительского сорта Кавказ.**

Сорт Вита лесостепного экотипа (крупный колос, широкие листья и др.), но обладает особенно повышенной засухоустойчивостью, не уступая по этому признаку генотипам степного экотипа.

Предназначен для возделывания на среднем и низком агрофоне. Формирует высокую урожайность при выращивании по предшественнику подсолнечник. Не рекомендуется размещение после кукурузы на зерно и силос.

Сорт озимой мягкой пшеницы **Таня** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2005 года. **Создан трехкратным отбором из гибридной комбинации, полученной методом возвратного скрещивания**

**тритикале с пшеницей, что и обеспечивает слабое поражение возбудителями твёрдой головни.**

Сорт полукарликовый, среднеранний, устойчив к осыпанию. Урожайность по занятому пару в среднем за годы изучения в НЦЗ (1999...2008 гг.) достигла 101,7 центнера зерна с 1 га, что выше сорта Палпич на 11,8 ц с 1 га. По качеству зерна соответствует требованиям, предъявляемым к «ценным» пшеницам (таблица 44). Включен в реестр сортов «филлеров» (Сорта, 2013).

На фоне искусственного заражения сорт устойчив к мучнистой росе и пыльной головне. Имеет полевую устойчивость к бурой и жёлтой ржавчинам. Среднеустойчив к фузариозу колоса. Средневосприимчив к стеблевой ржавчине и септориозу. За годы исследований на искусственном инфекционном фоне сорт характеризовался как средневосприимчивый к твёрдой головне (средняя степень поражения составила 38,2%). Морозостойкость выше средней, засухоустойчивость высокая.

Таблица 44 – Технологические качества зерна сорта пшеницы Таня, Краснодар, пар

Год	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, % а.с.в.	Клейковина, %
2008	784	42,0	11,5	17,5
2009	785	36,2	12,6	20,9
2010	727	40,0	13,3	19,9
2011	784	40,1	14,9	28,1
2012	826	43,8	13,7	25,5
2013	756	38,8	12,5	24,8
2014	733	41,5	15,5	28,3
2015	767	37,9	14,1	23,9
НСР <sub>05</sub>	3,69	1,12	0,48	1,36

Хорошо удается практически по всем предшественникам на высоком и среднем агрофоне (таблица 45). Один из немногих сортов, рекомендуемых для посева после кукурузы на зерно.

Таблица 45 – Урожайность сорта Тая в зависимости от предшественника, Краснодар, ц с 1 га

Год	Предшественник				НСР <sub>05</sub>
	кукуруза/зерно	пшеница	пар, контроль	подсолнечник	
2008	99,6	76,8	111,7	91,3	2,82
2009	94,4	58,4	104,2	85,1	2,01
2010	79,3	74,1	85,7	90,7	2,38
2011	103,2	91,6	99,6	97,3	2,59
2012	46,9	51,8	59,7	53,1	2,22

Сорт озимой мягкой пшеницы **Нота** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2006 году. Сорт короткостебельный, скороспелый с высоким потенциалом зерновой продуктивности. Занесен в список сортов, формирующих «ценное» зерно. Сорт средневосприимчив к бурой, жёлтой, стеблевой ржавчине, септориозу и мучнистой росе. К фузариозу колоса восприимчив. Рекомендуется для посева в середине и в конце оптимальных сроков (Сорта, 2005).

За многолетний период исследований на искусственном инфекционном фоне по твёрдой головне зарекомендовал себя как средневосприимчивый сорт (средняя степень поражения составила 44,4%).

Сорт озимой мягкой пшеницы **Грация** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2008 году.

Сорт среднерослый, среднеранний. Имеет высокий потенциал продуктивности – 110 ц с 1 га. По всем показателям качества зерна

соответствует требованиям, предъявляемым к «ценным» пшеницам. Внесен в реестр «филлеров». Среднеустойчив к септориозу и мучнистой росе. Средневосприимчив к бурой, стеблевой и жёлтой ржавчинам. Восприимчив к фузариозу колоса. Сроки посева оптимальные. В КСИ центра по четырём предшественникам средняя урожайность в 2003...2008 гг. составила 7,81 т зерна с 1 га, прибавка к стандарту 0,65 т с 1 га. Содержание белка и клейковины – 13,4% и 26,1% при 13,5% и 27,0% у стандарта. На ГСУ Ставропольского края в среднем за 2006...2007 гг. получено по 4,63 т зерна с 1 га, что выше, чем у стандарта на 0,27 т. Обладает высокой адаптивностью. При размножении в хозяйствах с низкими и средними нормами высева (от 1,5 до 3,5 млн. всхожих зерен на 1 га) была получена урожайность от 7,06 до 10,4 т зерна с 1 га.

Средняя степень поражения сорта Грация твёрдой головнёй за ряд лет изучения на искусственном инфекционном фоне составила 35,1%, что характеризует его как средневосприимчивый.

Сорт **Айвина** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2009 году. Создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания сорта Зимородок с селекционной линией 90-178a20-13.

Разновидность *lutescens Alef*. Среднерослый, высота растений 95...105 см. Устойчив к полеганию и осыпанию. Сорт среднеспелый. Морозостойкость выше средней. Засухоустойчивость высокая.

Сорт Айвина на фоне искусственного заражения не поражается пыльной головнёй, обладает высокой резистентностью к жёлтой, стеблевой ржавчине, мучнистой росе, умеренно устойчив к септориозу. Обладает умеренной восприимчивостью к бурой ржавчине и фузариозу колоса, **слабой восприимчивостью к твёрдой головне (таблица 46), которая унаследована от селекционной линии 90-178a20-13. Она в течение трёх лет (1996...1998 гг.) проявляла практическую устойчивость: 5,2...8,6%.**

Таблица 46 – Иммунологическая характеристика сорта Айвина, искусственный инфекционный фон, среднее за 2008-2014 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов			
	Айвина	Победа 50	Соратница	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	20 MS	60 S	50 S	100 S
Жёлтая ржавчина, %	1	40	5	100
Стеблевая ржавчина, %, тип	5	60 S	30 MS	100 S
Септориоз, %	30	60	25	90
Мучнистая роса, %, балл	1/5	20/5	30/5	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	6/4	7/5	6/4	9/9
Твёрдая головня, %	16,0	76,5	67,3	99,1

Потенциальная урожайность – 100 ц зерна с 1 га. За годы испытания (2003...2006) сформировал в среднем 77,1 ц зерна с га. По данным Госкомиссии по Ставропольскому краю, средняя прибавка к стандартному сорту Дон 95 за два года изучения (2007...2008 гг.) по краю составила 6,9 ц зерна с 1 га. Средняя урожайность сорта в КСИ центра в 2003...2009 гг. составляла 7,86 т зерна с 1 га, средняя прибавка к стандарту – 0,57 т с 1 га. При этом содержание белка в зерне составляло 14,3%, клейковины 23,4%. Морозостойкость выше среднего значения. В 2009 г. Айвина признан стандартом по Ставропольскому краю для среднерослых сортов.

Зерно обладает высоким содержанием белка и клейковины и хорошими хлебопекарными качествами. Представляет интерес для использования в кондитерских целях, а благодаря высокой крахмалистости – и для технических целей. Включен в список «ценных» пшениц.

Рекомендуется для посева на среднем и низком агрофоне в первую очередь по пропашным предшественникам. Допускается посев сорта после кукурузы на зерно.

Сорт **Иришка** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2009 году. Получен методом массового (в F<sub>2</sub>), индивидуального (в F<sub>3</sub>, F<sub>6</sub>, F<sub>8</sub>) отбора из гибридной комбинации, полученной от скрещивания безлигульной линии мутантного происхождения с сортами Обрий и Скифьянка.

Сорт Иришка относится к группе короткостебельных сортов, на 4-5 см ниже Батько. Высокоустойчив к полеганию, не осыпается. Скороспелый, колосится и созревает одновременно с сортом Батько.

Куст полупрямостоячий - промежуточный. Разновидность *lutescens Alef*.

В среднем за 2003...2008 гг. изучения в КСИ центра по предшественнику рапс, урожайность сорта Иришка составила 101,1 ц зерна с 1 га, превысив стандарт Батько на 4,7 ц. Наивысшая урожайность получена в 2015 году в НЦЗ им. П.П.Лукьяненко по пару – 117 ц с 1 га (таблица 47).

Таблица 47 – Урожайность сорта Иришка в зависимости от предшественника, Краснодар, ц с 1 га

Год	Предшественник				НСР <sub>05</sub>
	кукуруза/зерно	пшеница	подсолнечник	пар, контроль	
2013	93,7	59,7	97,7	84,6	2,47
2014	81	80,9	74,9	84,1	1,93
2015	100,2	90,2	107,7	117	2,14

По данным оригинатора, сорт Иришка характеризуется высоким качеством зерна, соответствующим «сильным» пшеницам (таблица 48).

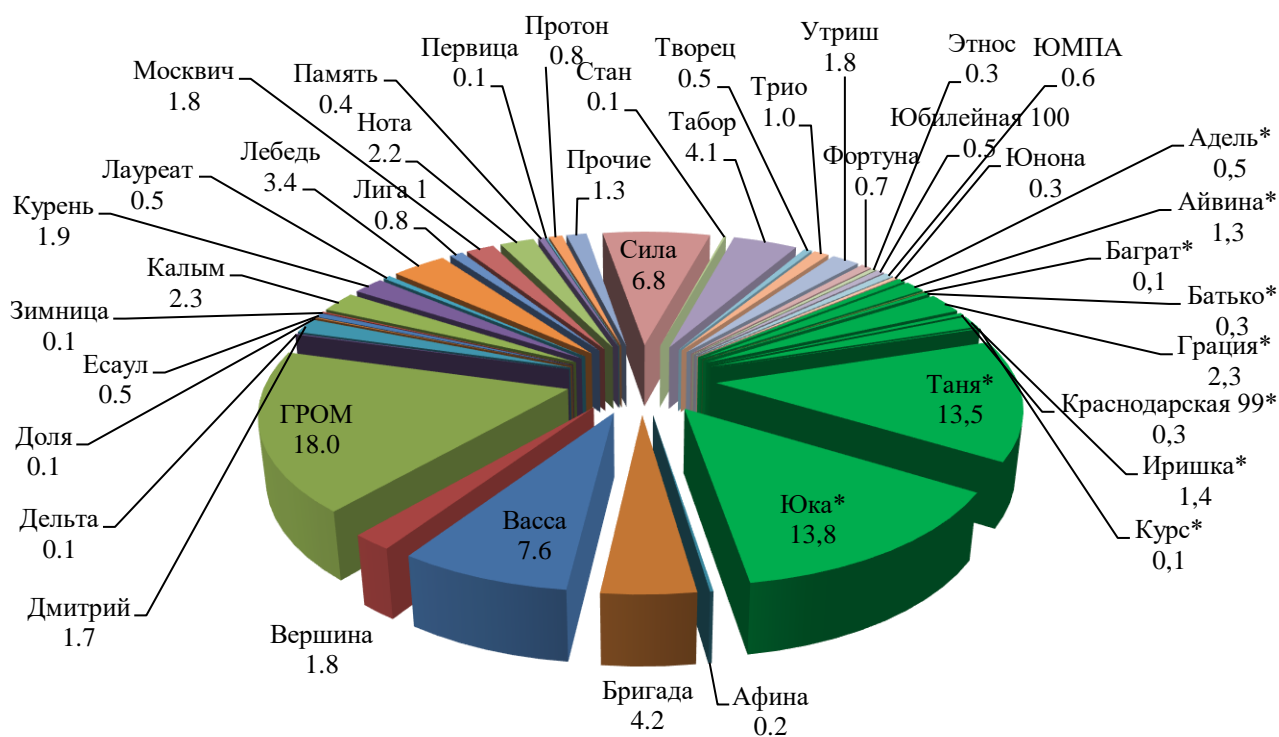
На фоне искусственного заражения отличается высокой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине. Средневосприимчив к септориозу, мучнистой росе и твёрдой головне. **Реакция средней восприимчивости к твёрдой головне детерминирована генетической информацией от безлигульной линии мутантного происхождения, которая обладает высокой устойчивостью к *Tilletia spp.*** Восприимчив к жёлтой ржавчине и фузариозу колоса. Морозостойкость и засухоустойчивость сорта выше среднего.

Таблица 48 – Технологические качества зерна сорта пшеницы Иришка, Краснодар, предшественник пар

Год	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, % а.с.в.	Клейковина, %
2008	785	40,0	12,8	21,1
2009	780	36,6	12,8	21,1
2010	731	38,9	12,4	18,3
2011	811	39,8	14,7	26,9
2012	829	40,8	16,7	33,4
2013	758	39,0	14,2	27,8
2014	754	40,4	14,7	27,5
2015	783	39,9	13,9	23,2
НСР <sub>05</sub>	4,43	1,39	0,99	0,85

В разные годы представленные сорта занимали 0,9...17,8% от общей площади посевов озимой пшеницы посевов Краснодарского края и способствовали ограничению распространения и вредоносности твёрдой головни в регионе.

В настоящее время сорта, обладающие генетическими системами защиты от *T. caries*, занимают 33,6% от общей площади озимой пшеницы в Краснодарском крае (рисунок 38).



\* - сорта, обладающие генетическими системами защиты от твёрдой головни

Рисунок 38 – Площади, занимаемые сортами озимой мягкой пшеницы НЦЗ с разной степенью генетической защиты от твёрдой головни, Краснодарский край, 2017 г.

В таблице 49 представлены лучшие сорта пшеницы мягкой по устойчивости к твёрдой головне, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений в 2010...2016 гг.

Сорт **Юка** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2012 году. Создан методом четырехкратного индивидуального отбора из гибридной популяции Половчанка/Руфа.

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт короткостебельный, устойчив к полеганию и осыпанию зерна. Среднепоздний. Обладает высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и жаровыносливостью.



Таблица 49 – Лучшие сорта мягкой пшеницы по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инф. фон, Краснодар

Сорт	Год внесения в Госреестр РФ	Происхождение	Степень поражения, %, среднее за 2009-2016 гг.
Юка	2012	Половчанка/Руфа	26,7
Трио	2010	Лют.9269h7-19/ Краснодарская 99	25,7
Адель	2010	Енола/Дельта	16,5
Курс	2011	Росинка Тарасовская/ Краснодарская 99//Лют.9269h7-19/Батько	4,7
Стан	2011	Frontana /Юна//Юна	15,7
Анка	2016	Московская39/Терция	8,0
Гурт	2016	Таня/Frontana//Таня	15,2
Баграт	2015	Московская39/Л.201-93к3	28,0
Память, ст.	2004	1256t/Леда//Панацея	78,8

На фоне искусственного заражения устойчив к трём видам ржавчины и мучнистой росе. **Слабовосприимчив к твёрдой головне, что обусловлено родительским сортом Половчанка. Половчанка – это транслоцированная пшеница с генетической информацией ржи через тритикальный мостик. Установлено, что рожь и тритикале практически не поражаются твёрдой головнёй.** Среднеустойчив к фузариозу колоса. Средневосприимчив к септориозу (таблица 50).

Сорт Юка обладает высокой стабильной продуктивностью по годам и при возделывании по различным предшественникам. В среднем за 2007...2011 гг. в КСИ института по четырем предшественникам при урожайности 9,21 т зерна с 1 га он превысил стандарт на 0,7 т с 1 га.

На ГСУ Ростовской области за 2010...2011 гг. урожайность сорта Юка составила в среднем 6,46 т зерна с 1 га. На ГСУ Ставропольского края в этот же период урожайность составила в среднем 6,29 т зерна с 1 га, прибавка к

стандарту – 0,43т зерна с 1 га. Сорт имеет среднее содержание белка и клейковины:13,6% и 28,0% соответственно (Колесников и др. 2014).

Таблица 50 – Иммунологическая характеристика сорта Юка, искусственный инфекционный фон, среднее за 2007-2012 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов			
	Юка	Память	Грация	Индикатор
Буряя ржавчина, %, тип	20 II	50 IV	40 IV	100 S
Жёлтая ржавчина, %	5 II	5	20 III	100
Стеблевая ржавчина, %, тип	1 I	50 III	30 IV	100 S
Септориоз, %	30	50	30	90
Мучнистая роса, %, балл	5	80	30	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	6/4	5/3	7/5	9/7
Твёрдая головня, %	24,7	75,9	43,0	99,1

Мукомольно-хлебопекарное качество зерна хорошее. Среднее содержание белка в зерне 13,8%, сырой клейковины – 26,5%.

Сорт пригоден для возделывания по всем предшественникам на средних и высоких агрофонах.

Сорт **Трио** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2013 году. Получен методом гибридизации и последующим индивидуальным отбором в F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub> из гибридной популяции Лютесценс 9269h7-19/Краснодарская 99.

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт среднерослый, устойчив к полеганию. Среднеспелый. Отличается высокой морозостойкостью. Засухоустойчив.

Сорт Трио обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. **К твёрдой головне проявляет среднюю восприимчивость, унаследованную от сорта**

**Краснодарская 99.** На фоне искусственного заражения среднеустойчив к бурой и жёлтой ржавчине. Средневосприимчив к септориозу. Восприимчив к стеблевой ржавчине и фузариозу колоса (таблица 51).

Таблица 51 – Иммунологическая характеристика сорта Трио, искусственный инфекционный фон, среднее за 2007-2013 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов			
	Трио	Память	Краснод. 99	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	30 II	50 IV	90 IV	100 S
Жёлтая ржавчина, %	50	5	5	100
Стеблевая ржавчина, %, тип	20 II	50 III	10 III	100 S
Септориоз, %	50	50	50	90
Мучнистая роса, %, балл	50	80	60	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	8/5	5/3	7/5	9/7
Твёрдая головня, %	44,0	75,9	36,2	99,1

В конкурсном сортоиспытании института в среднем за три года (2007...2009 гг.) по занятому пару сорт Трио про урожайности 105,1 ц с 1 га превысил стандарт Память на 12,0 ц и высокопродуктивный сорт Краснодарская 99 на 5,8ц.

В испытаниях на ГСУ Ростовской области урожайность сорта Трио превышала стандарт Зерноградка 10 на 3,0...3,5 ц с 1 га (таблица 52).

Таблица 52 – Урожайность сорта озимой пшеницы Трио, на ГСУ Ростовской области, 2012 г, ц с 1 га

Предшественник	Трио	± ст. (Зерноградка 10)
Черный пар	50,8	+3,5
Кукуруза на силос	24,6	+3,0

На ГСУ Ставропольского края стандартом являлся сорт Батько, урожайность которого была превышена сортом Трио на 3,9...8,5 ц с 1 га, в зависимости от предшествующей культуры и зоны возделывания (таблица 53).

Таблица 53 – Урожайность сорта озимой пшеницы Трио, на ГСУ Ставропольского края, среднее за 2011 - 2012 гг., ц с 1 га

Зона	Предшественник	Трио	Батько, ст.	± к стандарту
II	Черный пар	53,7	57,6	+3,9
III	Черный пар	50,7	56,4	+5,7
III	Горох	59,5	68,0	+8,5
III	Пропашные культуры	45,8	52,2	+6,4
НСР <sub>05</sub>		2,93	3,46	

Зерновка средней крупности, яйцевидная, красная, основание опушенное, бороздка неглубокая. По качеству зерна соответствует «сильной» пшенице.

Сорт **Адель** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2014 году. Создан методом внутривидового скрещивания сортов Енола (болгарской селекции) и Дельта (селекции НЦЗ). Сорт Енола по многолетним данным при искусственном заражении характеризуется как устойчивый.

Разновидность *lutescens Alef*. Среднерослый. Высота растений 110 см. Среднеранний. Сохраняет стекловидность и натуру зерна при перестое на корню, устойчив к осыпанию, хорошо вымолачивается. Сорт характеризуется высокими темпами весеннего отрастания. Отличается средней морозостойкостью и высокой засухоустойчивостью. Условная двуручка с коротким периодом яровизации.

Сорт пшеницы мягкой озимой Адель на фоне искусственного заражения высоко устойчив к жёлтой ржавчине и пыльной головне, устойчив к септориозу, мучнистой росе, фузариозу колоса, умеренно устойчив к стеблевой

ржавчине. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине. **К твёрдой головне проявляет слабую восприимчивость, которую обеспечивает генетическая информация устойчивого сорта Енола** (таблица 54).

Максимальная урожайность сорта Адель 106,8 ц зерна с 1 га была получена в КСИ в 2008 году по предшественнику сидеральный пар. Средняя урожайность за 2008-2010 годы изучения по четырем предшественникам: сидеральный пар, колосовой, подсолнечник, кукуруза на зерно составила 82,5 ц зерна с 1 га, что на 5,3 ц выше, чем у стандартного сорта Память. В экологическом сортоиспытании на Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции в среднем за 2009...2010 гг. по двум предшественникам урожайность сорта составила 78,8 ц зерна с 1 га, что на 7,0 ц с 1 га выше, чем у сорта Память (Боровик, 2011).

Таблица 54 – Иммунологическая характеристика сорта Адель, искусственный инфекционный фон, среднее за 2008-2014 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов			
	Адель	Память, ст.	Дельта	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	30 MS	70 S	40 MS	100 S
Жёлтая ржавчина, %	5	50	30	100
Стеблевая ржавчина, %, тип	10 MS	50 S	70 S	100 S
Септориоз, %	10	40	30	90
Мучнистая роса, %, балл	20/3	20/7	10/5	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	4/4	7/5	4/5	9/9
Твёрдая головня, %	15,4	72,3	82,5	99,1
Пыльная головня, %	0	0	0	29,3

Зерно красное, стекловидное, высоконатурное (в среднем 807 г/л). Содержание белка в зерне достигает 14,9%, клейковины до 28% при отличном

её качестве (I группа). По всем технологическим и хлебопекарным качествам соответствует ценной пшенице. Рекомендуются для размещения после кукурузы на зерно и колосового предшественников.

Сорт **Курс** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2012 году. Создан методом гибридизации индивидуальным отбором в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> из гибридной комбинации Росинка тарасовская/Краснодарская 99//Лютесценс 9269h7-19/Батько.

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт среднерослый (100...115 см), высоко устойчивый к полеганию, среднеспелый, высокоморозостойкий, засухоустойчивый (Сорта, 2015; 2018).

История создания сорта Курс начинается в прошлом столетии... Первое скрещивание проведено в 1976 году (рисунок 39). Был использован разнообразный генетический материал, благодаря которому сорт сочетает повышенную морозостойкость, засухоустойчивость и другие полезные агробиологические свойства.

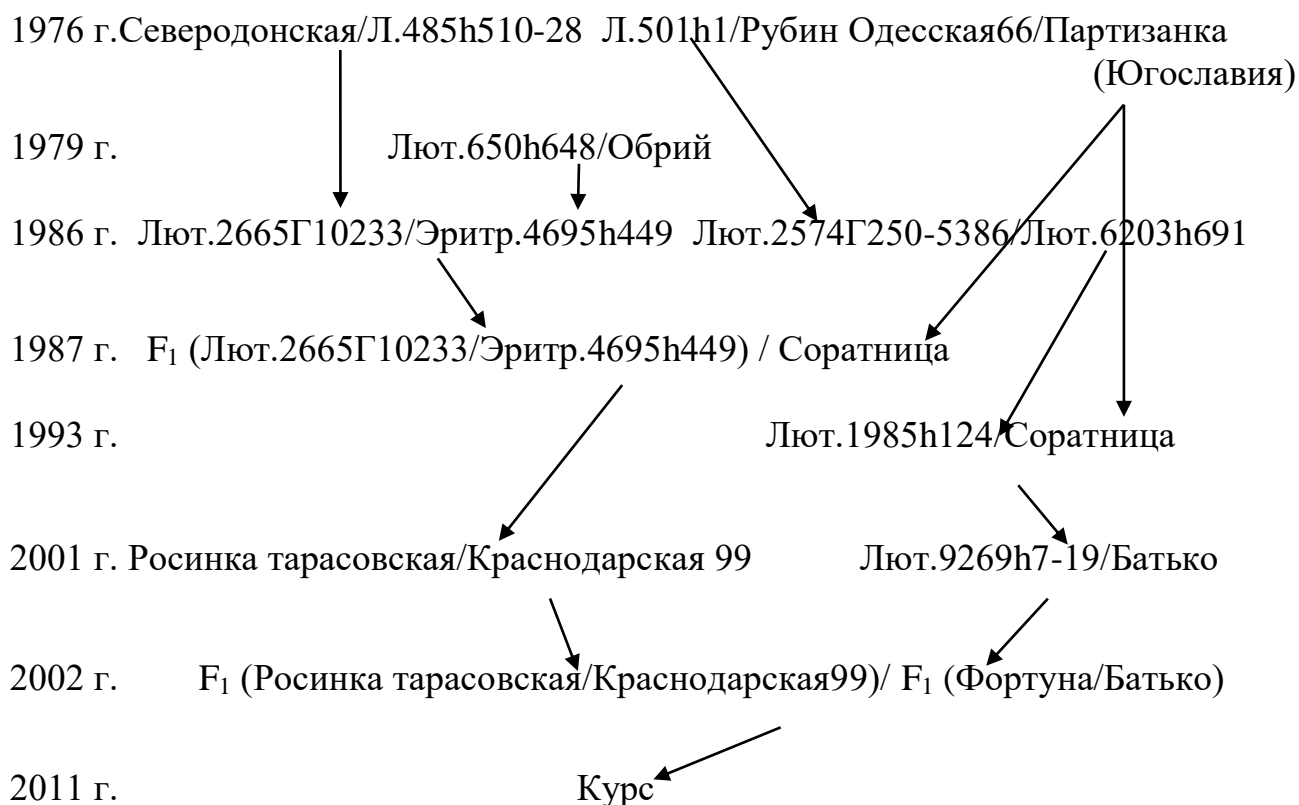


Рисунок 39 – Генеалогия сорта Курс.

**Анализ генеалогии показывает, что устойчивость сорта Курс генетически детерминирована и унаследована от сортов средневосприимчивых Краснодарская 99 и Батько. Очевидно, здесь наблюдается трансгрессия по искомому признаку.**

На фоне искусственного заражения проявляет иммунитет к бурой ржавчине и пыльной головне, высоко устойчив к мучнистой росе и твёрдой головне, умеренно устойчив к жёлтой ржавчине, септориозу и фузариозу колоса (таблица 55).

Таблица 55 – Иммунологическая характеристика сорта Курс, искусственный инфекционный фон, среднее за 2009-2011 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов		
	Курс	Батько, ст.	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	0	70 III	100 S
Жёлтая ржавчина, %	20	60	100
Септориоз, %	40	50	90
Мучнистая роса, %, балл	5	20	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	5/4	8/5	9/9
Твёрдая головня, %	4,7	31,7	99,1
Пыльная головня, %	0	0	29,3

В конкурсном сортоиспытании института урожайность за три года (2009...2011 гг.) по занятому пару составила 97,4 ц с 1 га, что на 15,2 ц выше стандартного сорта Память и на 12,3 ц превышает показатели высокоурожайного сорта Краснодарская 99 (таблица 56).

Таблица 56 – Урожайность сорта озимой пшеницы Курс, КСИ НЦЗ, среднее, 2009-2011 гг., ц с 1 га

Сорт	По занятому пару		По кукурузе на зерно	
	сорта	± ст.	сорта	± ст.
Курс	97,4	+15,2	85,5	+9,6
Память, ст.	82,2	ст.	75,9	ст.
Краснодарская 99	85,1	+2,9	80,5	+4,6
Москвич	84,1	+1,9	77,3	+1,4
НСР <sub>05</sub>	2,35		2,30	

Мукомольные и хлебопекарные качества высокие, сорт отвечает требованиям, предъявляемым к «сильной» пшенице. Сроки посева оптимальные (таблица 57). Зерно средней крупности, яйцевидной формы, основание зерна опушенное, бороздка не глубокая.

Таблица 57 – Технологические и хлебопекарные качества зерна нового сорта Курс, среднее за 2009-2011 гг.

Показатели	Курс	Память, ст.	Краснодарская 99
Натура зерна, г/л	807	785	763
Масса 1000 зёрен, г	40,5	36,1	34,8
Содержание белка, %	14,9	13,4	13,1
Содержание сырой клейковины, %	30,0	26,8	25,3
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,6	4,3	4,3



Сорт **Стан** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2011 году. Создан методом возвратного скрещивания сорта бразильской селекции Frontana с сортом Юна, с последующим многократным индивидуальным отбором.

Разновидность *lutescens Alef*. Короткостебельный. Высота растений 94 см, устойчив к полеганию, характеризуется высокой жаростойкостью. Обладает средней зимоморозостойкостью. Скороспелый (Сорта, 2018).

На фоне искусственного заражения абсолютно устойчив к пыльной головне, высоко устойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе, умеренно устойчив к жёлтой ржавчине и твёрдой головне, умеренно восприимчив к септориозу и фузариозу колоса.

**Устойчивость к твёрдой головне обусловлена генетической информацией родительского сорта Юна, который в течение многих лет при искусственной инокуляции популяцией возбудителя проявлял слабое поражение.**

Проявляет устойчивость к жёлтой и стеблевой ржавчинам и мучнистой росе, к бурой ржавчине среднеустойчив, среневосприимчив к септориозу (таблица 58).

Таблица 58 – Иммунологическая характеристика сорта Стан, искусственный инфекционный фон, среднее за 2009-2011 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов		
	Стан	Батько, ст.	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	5 II	70 III	100 S
Жёлтая ржавчина, %	30	60	100
Септориоз, %	30	50	90
Мучнистая роса, %, балл	5	20	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	7/6	8/5	9/9
Твёрдая головня, %	23,8	31,7	99,1
Пыльная головня, %	0	0	29,3

Сорт Стан имеет преимущество по зерновой продуктивности перед стандартами при посеве по интенсивным предшественникам на высоком и среднем агрофоне. Его средняя урожайность (2009...2011 гг.) по занятому пару составила 101,8 ц с 1 га, превысив стандартный сорт Батько на 18,0 ц с 1 га (таблица 59).

Таблица 59 – Урожайность сорта Стан, КСИ, Краснодар, ц с 1 га

Сорт	2009	2010	2011	Среднее	Отклонение от st, ц с 1 га
по занятому пару					
Стан	106,0	98,8	100,5	101,8	13,8
Краснодарская 99	106,6	66,8	98,0	90,5	2,5
Батько, st	88,1	79,3	96,6	88,0	-
НСР <sub>05</sub>	3,2	4,2	3,8	-	-
по кукурузе на зерно					
Стан	84,7	77,5	103,0	88,4	7,5
Краснодарская 99	82,3	59,1	88,2	76,5	-4,4
Батько, st	69,8	76,0	97,0	80,9	-
НСР <sub>05</sub>	3,0	3,8	3,8	-	-
по подсолнечнику					
Стан	63,7	92,6	91,2	82,5	4,6
Краснодарская 99	66,6	84,2	94,3	81,7	3,8
Батько, st	59,7	83,7	90,3	77,9	-
НСР <sub>05</sub>	2,8	3,5	3,0	-	-

Зерно средней крупности, яйцевидной формы, основание зерна голое, бороздка не глубокая. Сорт Стан характеризуется высокими хлебопекарными качествами зерна. Морозостойкость выше средней (таблица 60).

Таблица 60 – Биологическая и технологическая характеристика сорта Стан, КСИ, Краснодар, 2009-2011 гг.

Признак	Единицы измерения	Стан	Батько, ст.
Высота	см.	97	98
Морозостойкость	%	65	66
Натура	г/л	800	802
Масса 1000 зерен	г.	42,4	41,5
Содержание белка	%	14,2	14,3
Содержание сырой клейковины	%	27,9	27,1

За ряд лет изучения сортов на искусственном инфекционном фоне по твёрдой головне средняя степень их поражения варьировала от 12,5% у сорта Гурт до 13,1% у Анки.

Сорт пшеницы мягкой двуручки **Анка** внесён в реестр селекционных достижений. Он создан методом экологической селекции. В скрещивания были вовлечены озимый сорт Московская 39, являющийся источником устойчивости к твёрдой головне, и яровой Терция с целью направленного формирования популяции генотипов альтернативного образа жизни.

Сорт Анка среднерослый, высота растений 105...120 см в зависимости от предшественника, характеризуется высокой жаростойкостью. По зимоморозостойкости близок к озимой пшенице Безостая 1. Сорт Анка, обладает высокой чувствительностью к фотопериоду, что при осеннем посеве снижает опасность перерастания и перехода в генеративную фазу в условиях теплых зим и весеннего подмерзания при возвратных морозах, благодаря более позднему

выходу в трубку. По продолжительности вегетационного периода относится к среднеспелым сортам, выколашивается на 3...4 дня позже двуручки Афины и 1...2 дня позже озимой пшеницы Память.

Сорт Анка на фоне искусственного заражения не поражается пыльной головнёй, устойчив к мучнистой росе, септориозу, слабо восприимчив к твёрдой головне, умеренно резистентный к жёлтой ржавчине, умеренно восприимчив к бурой ржавчине и фузариозу колоса, восприимчив к стеблевой ржавчине (таблица 61). **Слабая восприимчивость к твёрдой головне обусловлена генетической информацией от сорта Московская 39.**

Таблица 61 – Иммунологическая характеристика сорта Анка, искусственный инфекционный фон, среднее за 2010-2014 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов			
	Анка	Память, ст.	Афина	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	30 MS	70 S	30 MS	100 S
Жёлтая ржавчина, %	40	50	30	100
Стеблевая ржавчина, %, тип	40 S	50 S	5 MR	100 S
Септориоз, %	25	40	20	90
Мучнистая роса, %, балл	30/3	20/7	30/3	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	6/4	7/5	4/4	9/9
Твёрдая головня, %	15,2	72,3	29,5	99,1
Пыльная головня, %	0	0	0	29,3

Сорт имеет преимущество по зерновой продуктивности перед стандартами. Так, в среднем по четырем предшественникам за пять лет изучения в конкурсном сортоиспытании (2008...2012 гг.) урожайность составила 75,8 ц с 1 га, превысив сорт двуручку Ласточка на 9,8 ц с 1 га при

осеннем посеве и на 7,4 ц при весеннем. Максимальная урожайность его составила 91,8 ц с 1 га. Проходя Государственное сортоиспытание (2014...2015 гг.), сорт Анка на сортоучастках Краснодарского края при средней урожайности 48,6 ц с 1 га превысил стандарт Ласточка на 2,0 ц с 1 га. В условиях сортоучастков Ростовской области его урожайность составила 62,4 ц с 1 га, Республики Адыгея – 54,1 ц с 1 га, что находится близко к стандартным сортам озимой пшеницы Дон 107 и Память соответственно. (Филобок, 2016).

На высоком агрофоне сорт склонен к полеганию, поэтому в севообороте его следует размещать по пропашным предшественникам (кроме кукурузы на зерно) на среднем агрофоне.

Стабильно высокое содержание белка (до 18,5%) и клейковины (до 35%) обеспечивают высокую питательность хлеба, приготовленного из муки этого сорта (таблица 62).

Таблица 62 – Характеристика сорта Анка по качеству зерна, КСИ, 2009-2012гг.

Признаки	Осенний посев			Весенний посев		
	Анка	Ласточка, ст.	Память, ст.	Анка	Ласточка, ст.	Прохоровка, ст.
Содержание белка, %	16,8	15,9	14,4	17,0	16,9	14,9
Содержание клейковины, %	32,5	29,2	29,5	31,4	31,5	27,4
Сила муки, е.а.	298	287	281	302	270	280
Объёмный выход хлеба, мл	915	772	700	925	855	785
Эластичность, балл	4,4	3,9	4,1	4,7	3,7	4,2
Пористость, балл	3,9	3,5	3,5	4,0	3,7	3,3
Общая х/п оценка, балл	4,7	4,3	4,3	4,8	4,2	4,4

Упругая клейковина с высокой силой муки (до 350 е.а.) позволяет получать большой объёмный выход хлеба (до 980 мл) с хорошей

эластичностью и пористостью. Хлеб из сорта Анка на протяжении всего периода изучения в КСИ по общей хлебопекарной оценке имел одни из самых высоких оценок. Его по праву можно отнести к классу сильных пшениц.

Сорт **Гурт** внесён в Государственный реестр в 2016 году. Создан методом возвратного скрещивания высокоурожайного сорта Таня с образцом бразильской селекции Frontana, с последующим индивидуальным отбором в F<sub>2</sub> и F<sub>4</sub> (таблица 63).

Таблица 63 – Схема создания сорта Гурт

КНИИСХ	2002	Таня / Frontana
	2003	Таня / Frontana // Таня
	2004	F1
	2005	F2 – индивидуальный отбор
	2006	F3 СП – 1848 к 2
	2007	F4 КП – Л.1848 к 2 (индивидуальный отбор)
	2008	F5 СП – 1848 к 2-1
	2009	F6 КП – 1848 к 2-1
	2010	F7 КСИ – III, по 3-м предшественникам
	2011	F8 КСИ – II, по 4-м предшественникам, КСИ СКСХОС, по 3-м предшественникам
КНИИСХ СКСХОС	2012	F9 КСИ-I (КНИИСХ) по 4-м предшественникам КСИ общее, 8 вариантов КСИ-I (СКСХОС) по 3-м предшественникам КСИ общее (СКСХОС) по 3-м предшественникам

Разновидность *lutescens Alef*. Сорт короткостебельный, высота растений 82...95 см, в зависимости от года и предшественника, устойчив к полеганию. Колосится и созревает на 2...3 дня позже среднеспелого сорта Память. Сорт

является трансгрессией по зимоморозостойкости, характеризуется высокой жаростойкостью.

Сорт Гурт имеет устойчивое преимущество по зерновой продуктивности перед стандартами при посеве по кукурузе на зерно, в среднем его урожайность составила 78,8 ц с 1 га, что превысило стандарт Память на 11,3 ц. По предшественнику многолетние травы его средняя урожайность (2010...2012 гг.) достигала 89,0 ц с 1 га (таблица 64).

Таблица 64 – Урожайность сорта Гурт, КСИ, НЦЗ, ц с 1 га

Сорт	2010	2011	2012	Среднее	Отклонение от ст.	
					± к Таня	± к Память
по занятому пару						
Гурт	93,0	66,4	59,0	89,0	+3,9	+7,1
Таня	91,1	104,6	59,7	85,1	-	+3,2
Память, ст.	87,1	97,8	60,8	81,9	-3,2	-
по колосовому						
Гурт	-	93,0	55,4	74,2	+0,7	+8,1
Таня	-	95,1	51,8	73,5	-	+7,4
Память. с т.	-	80,0	52,1	66,1	-	-7,4

На фоне искусственного заражения не поражается пыльной головнёй, высоко устойчив к бурой, жёлтой ржавчине, мучнистой росе, слабо восприимчив к фузариозу колоса и твёрдой головне (таблица 65).

**Устойчивость к твёрдой головне унаследована от сорта Таня.**

Сорт характеризуется высокими хлебопекарными качествами зерна.

Таблица 65 – Иммунологическая характеристика сорта Гурт, искусственный инфекционный фон, среднее за 2010-2012 гг.

Название болезни	Степень поражения сортов		
	Гурт	Память, ст.	Индикатор
Бурая ржавчина, %, тип	1 I	50 IV	100 S
Жёлтая ржавчина, %	5	5	100
Септориоз, %	30	50	90
Мучнистая роса, %, балл	10	80	90/7
Фузариоз колоса/зерна, балл	6/4	5/3	9/9
Твёрдая головня, %	10,5	75,9	99,1
Пыльная головня, %	0	0	29,3

Сорт **Баграт** в Государственном реестре с 2015 году. Создан методом возвратного скрещивания сорта Московская 39 с линией Лютесценс 201-93к3 с последующим массовым отбором в F<sub>2</sub>, индивидуальным в F<sub>3</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub>.

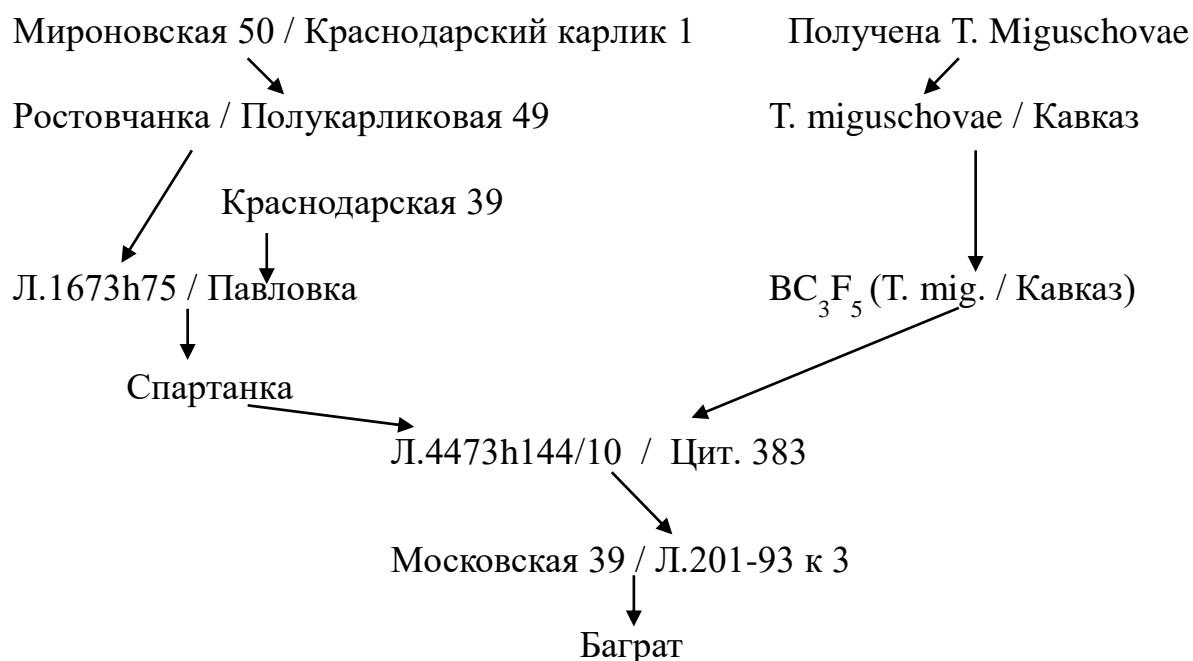


Рисунок 40 – Генеалогия сорта Баграт



Разновидность *lutescens Alef*. Среднерослый, среднеранний, характеризуется интенсивным весенним ростом. Имеет устойчивое преимущество по зерновой продуктивности перед стандартами при посеве на среднем и низких агрофонах. В Краснодаре по предшественнику кукуруза на зерно за три года (2009...2011 гг.) урожайность сорта составила 88,7 ц с 1 га, превысив стандарт Память на 10,9 ц (таблица 66).

Таблица 66 – Урожайность сорта Багра́т, КСИ, Краснодар, 2009-2011 г.

Показатели	Багра́т	Память, ст.	Протон	НСР <sub>05</sub>
Среднее по 4-м предшественникам, ц/га	89,7	81,9	86,7	2,79
Среднее по кукурузе на зерно, ц/га	88,7	78,4	85,4	2,27
Среднее по подсолнечнику, ц/га	88,0	79,9	91,7	1,81

На фоне искусственного заражения устойчив к бурой и стеблевой ржавчинам. Среднеустойчив к жёлтой ржавчине, мучнистой росе, фузариозу колоса. К твёрдой головне проявляет среднюю восприимчивость. Средневосприимчив к септориозу. Морозостойкость выше среднего значения. **Устойчивость к твёрдой головне унаследована от сортов Кавказ и Московская 39.**

Сорт характеризуется высокими технологическими и хлебопекарными качествами (таблица 67).

Создание и внедрение в производство устойчивых сортов является важным звеном интегрированной защиты растений от болезней. В связи с этим поиск и выявление генисточников пшеницы к наиболее вредоносным грибным болезням, для дальнейшего включения их в селекционный процесс, является актуальным.

Таблица 67 – Биологическая и технологическая характеристика сорта Баграт, КСИ, Краснодар, 2009-2011 гг.

Признаки	Единицы измерения	Баграт	Память, ст.
Высота	см.	103	107
Морозостойкость	%	65	64
Технологические качества зерна			
Натура	г/л	794	789
Масса 1000 зерен	г.	43,2	42,1
Содержание белка	%	14,6	14,2
Содержание сырой клейковины	%	27,4	27,3

Селекция слабовосприимчивых и устойчивых к твёрдой головне сортов пшеницы играет важную и перспективную роль в системе противоголовнёвых мероприятий, т.к. долговременное возделывание их в производстве вносит весомый вклад в оздоровление пшеничных ценозов.

Краткая агроэкологическая характеристика изучаемых сортов представлена в таблице 68.

Таблица 68 – Агроэкологическая характеристика сортов озимой мягкой пшеницы, устойчивых к твёрдой головне, Краснодар

Сорт	По высоте растений	По продолжительности вегетационного периода	По качеству зерна
Купава	Среднерослый	Среднеспелый	Ценный
Батько, ст.	Короткостебельный	Скороспелый	Сильный
Краснодарская 99	Короткостебельный	Среднеспелый	Ценный
Юбилейная 100	Короткостебельный	Ультраскороспелый	Сильный

окончание таблицы 68			
Вита	Низкорослый	Среднеспелый	Ценный
Таня	Полукарликовый	Скороспелый	Ценный
Нота	Короткостебельный	Скороспелый	Ценный
Грация	Среднерослый	Среднеранний	Ценный
Айвина	Среднерослый	Среднеспелый	Ценный
Иришка	Короткостебельный	Скороспелый	Сильный
Юка	Среднерослый	Среднепоздний	Ценный
Трио	Среднерослый	Среднеспелый	Сильный
Адель	Высокорослый	Среднеранний	Ценный
Курс	Среднерослый	Среднеспелый	Ценный
Стан	Короткостебельный	Скороспелый	Сильный
Анка	Высокорослый	Среднеспелый	Сильный
Гурт	Короткостебельный	Среднепоздний	Ценный
Баграт	Среднерослый	Среднеранний	Сильный

В соавторстве автором диссертации создано 9 новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы и тритикале с генетическими системами самозащиты от твёрдой головни, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам, 7 из которых внесены в Госреестр РФ селекционных достижений, допущенных к возделыванию в производстве: Круча (озимая твердая пшеница), Анка (пшеница мягкая двуручка), Доля, Адель, Уруп (озимая мягкая пшеница) и Ярик (яровая тритикале). Изучаются в ГСИ сорт озимой тритикале Уллубий, генотип озимой мягкой пшеницы Насып и сорт яровой твёрдой пшеницы Ярина (таблица 69).

Таблица 69 – Характеристика сортов озимой и яровой пшеницы и тритикале, соавтором которых является соискатель

Сорт	Синоним	Год внесения в Реестр селекционных достижений	Степень поражения твёрдой головнёй, год, %			
			2013	2014	2015	2016
Круча	2465h8-06-90	2015	34,7	32,1	33,3	31,8
Ярина	525d32	2017*	13,9	13,3	19,7	15,5
Адель	Бд 53	2014	24,7	24,1	21,1	22,4
Анка	99-01яв5	2016	6,6	2,4	3,5	5,9
Уруп	99-622a21-1	2015	48,1	47,4	45,2	49,0
Насып	2127к6-2	2015*	45,0	42,6	41,8	43,7
Доля	02-69t92	2014	46,7	48,6	45,1	49,4
Ярик	03-113ят2	2016	0	0	0	0
Уллубий	08-194т61	2016*	10,4	13,2	16,5	18,1

\*– год передачи на государственное сортоиспытание

Создание сортов пшеницы и тритикале в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко ведётся по принятой в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале схеме селекционного процесса (Мудрова, 2004) и включает следующие питомники (рисунок 41).

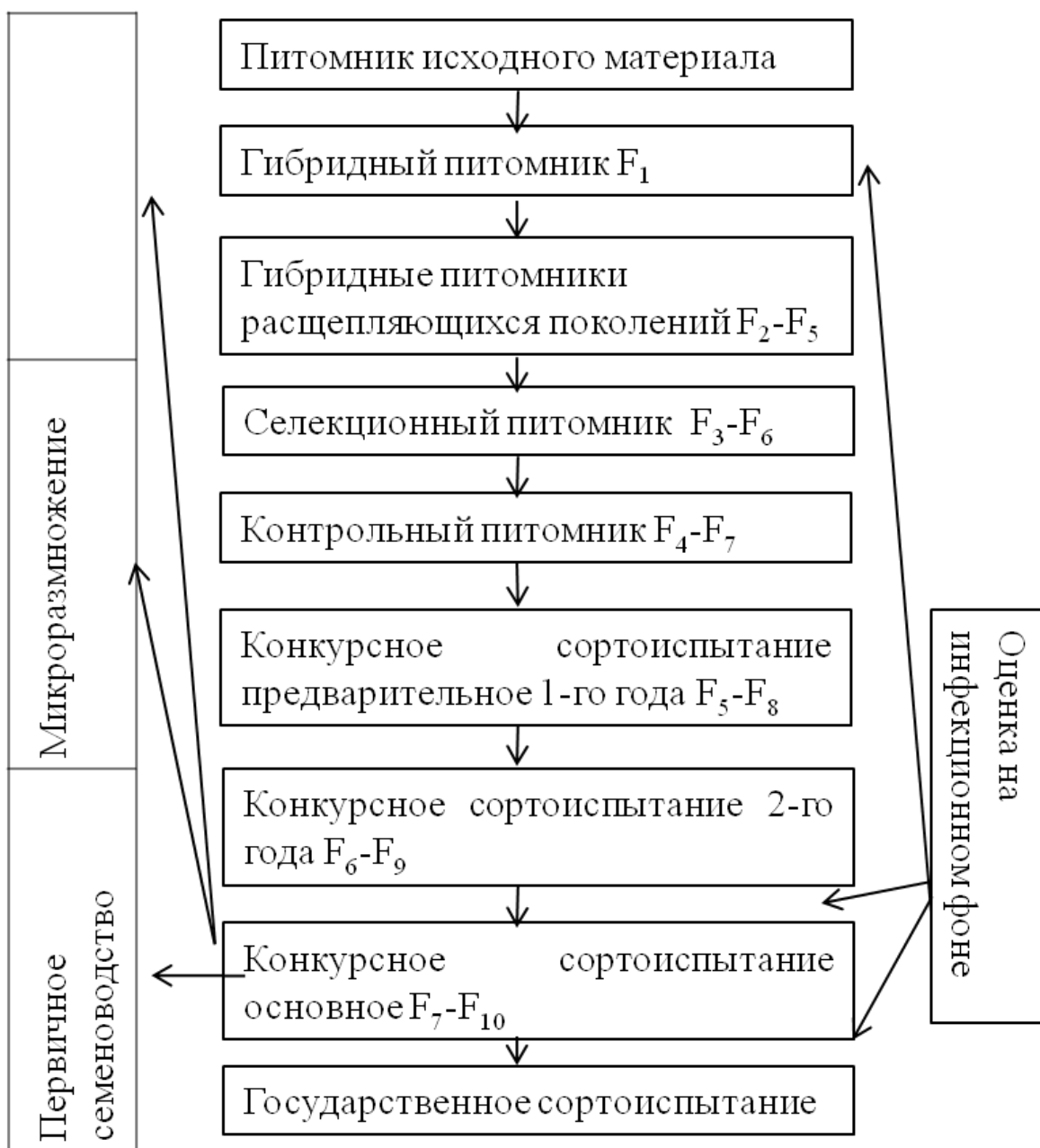


Рисунок. 41 – Схема селекции озимой пшеницы

Схема создания пшеницы твёрдой озимой сорта Круча, соавтором которого является соискатель, представлена в таблице 70.

Таблица 70 – Схема создания пшеницы озимой Круча

Год	Поколение, питомник	Этапы изучения
2001	Питомник скрещивания	Скрещивание 1848h48/Карат
2002	F <sub>1</sub> Гибридный	Оценка в полевых и лабораторных условиях
2003	F <sub>2</sub> Гибридный	Индивидуальный отбор элитных колосьев, браковка по зерну
2004	F <sub>3</sub> Селекционный питомник	Отбор элитной семьи по фенотипу, устойчивости к болезням
2005	F <sub>4</sub> Контрольный питомник	Оценка линии на стеллажах СКСХОС, НЦЗ, промораживание в ящиках, оценка качества зерна
2006	F <sub>5</sub> КСИ 3	Повторный индивидуальный отбор для выравнивания по высоте, браковка по зерну
2007	F <sub>5</sub> Селекционный питомник	Отбор элитной семьи по фенотипу, устойчивости к болезням
2008	F <sub>6</sub> Контрольный питомник	Оценка линии на стеллажах СКСХОС, НЦЗ, промораживание в ящиках, оценка качества зерна
2009	F <sub>6</sub> КСИ 3	Изучение линии по четырём предшественникам в КНИИСХ, трём на СКСХОС, оценка на инфекционном фоне, стеллажах, промораживание в морозильных камерах. Изучение ЭСИ в Респ. Калмыкия

окончание таблицы 70		
2010	F <sub>7</sub> КСИ 2	Изучение линии по четырём предшественникам в КНИИСХ, трём на СКСХОС, оценка на инфекционном фоне, стеллажах, промораживание в морозильных камерах, полная оценка качества зерна и макарон. Изучение ЭСИ в Респ. Калмыкия
2011	F <sub>8</sub> КСИ 1, КСИ Общее, ЭСИ, Передача на ГСИ	Изучение линии по четырём предшественникам в НЦЗ, трём на СКСХОС, оценка на инфекционном фоне, стеллажах, промораживание в морозильных камерах, полная оценка качества зерна и макарон, КСИ общее по 6 агровариантам, НЦЗ, СКСХОС по трём предшественникам, ЭСИ в трёх пунктах КБ НИИСХ, Адыгейский НИИСХ, АНЦ «Донской»

Сорт Круча создан методом ступенчатой гибридизации и двукратного индивидуального отбора в F<sub>2</sub> и F<sub>5</sub> гибридной комбинации, полученной от скрещивания 1848h48/Карат (рисунок 42). В происхождении сорта использован генетический потенциал эколого-географически отдалённых форм озимых твёрдых пшениц Украины (Новомичуринка, Одесса к-56693, Парус, Харьковская 909), яровых твёрдых из Чили (Candeal 5), Мексики (Овиачик 65), RD 55-1 (Канада), озимой твёрдой Карат, Корунд, озимой мягкой Краснодарская 39, Краснодарский карлик 1 (Сорта, 2018).

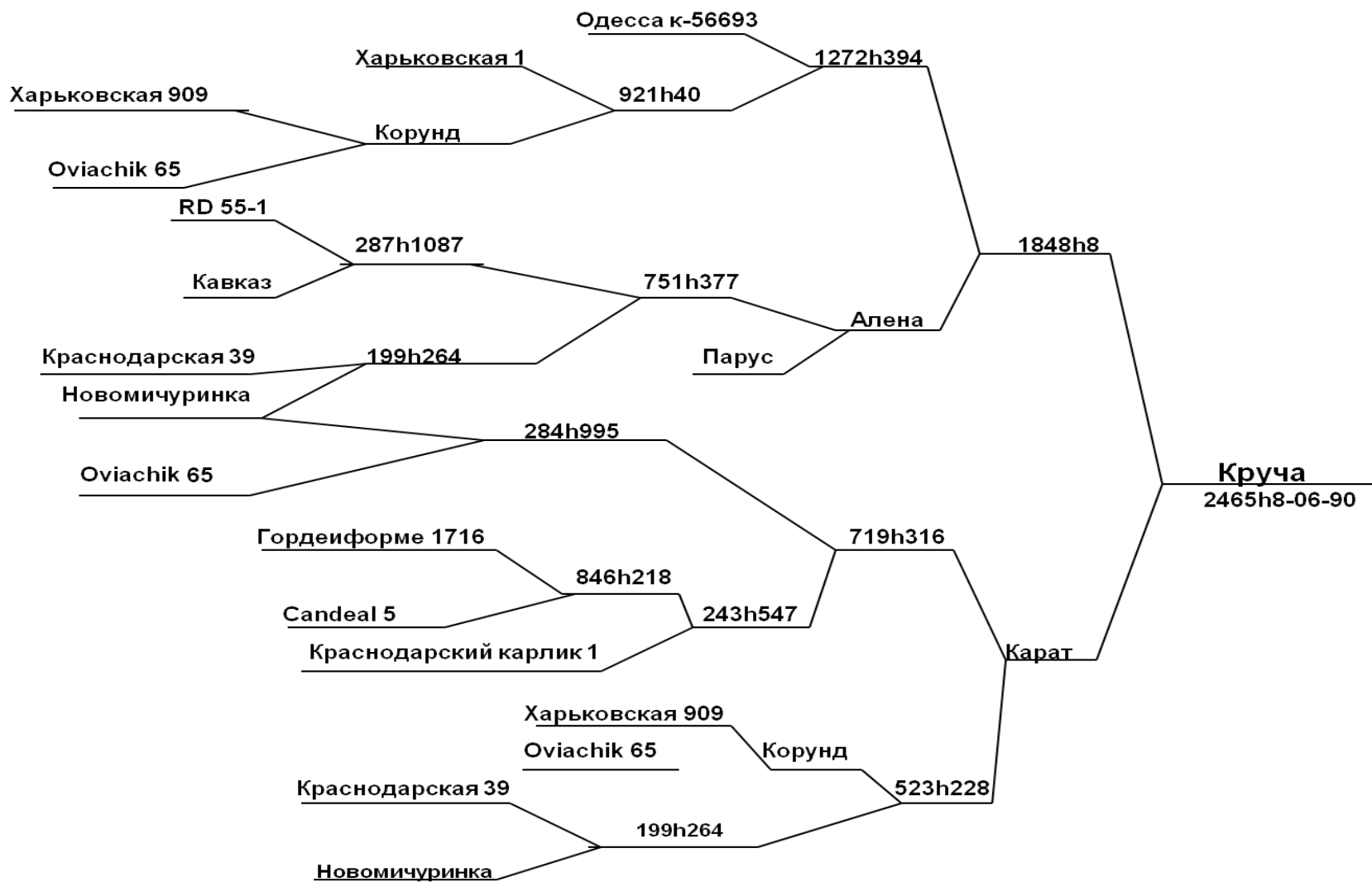


Рисунок 42 – Генеалогия пшеницы озимой Круча



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Твёрдая головня пшеницы является одним из наиболее вредоносных заболеваний в Краснодарском крае и вызывается комплексом грибов рода *Tilletia*. В результате микологического анализа видовой структуры возбудителей твёрдой головни на озимой пшенице выявлено два основных вида рода *Tilletia*. Доминирующим видом является *T. caries*. Болезнь распространена во всех агроклиматических зонах, но преобладает в южно-предгорной, западной дельтовой. Развитие заболевания во многом зависит от сроков посева, глубины заделки семян и качества протравливания.

2. В условиях искусственно созданной эпифитотии твёрдой головни частота встречаемости высокоустойчивых коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы не превышала 3,7% от общего количества. Доля образцов с практической устойчивостью варьировала по годам от 2,6% до 9,6%. Определенный интерес для селекции представляют образцы, обладающие слабой восприимчивостью, их встречаемость в среднем составила 6,5%. Большинство образцов (72,4% от общего количества) проявляли высокую степень восприимчивости. Наибольшее количество устойчивых генотипов обнаружено среди образцов из Германии (8,3%), Румынии (11,5%), России (7,9%).

3. Тестирование 1983-х образцов мирового генофонда пшеницы мягкой озимой позволило значительно расширить сортимент источников устойчивости к возбудителям твёрдой головни: Инна, Памяти Федина, Московская 40, Московская 56, Галина, Немчиновская 57 (НИИ ЦРНЗ), Орловская 241 (ВНИИЗБК), Безенчукская 380, Самкрас (Самарский НИИСХ), Княгиня Ольга (Ставропольский НИИСХ+СГИ (Украина), Феония (Ставропольский НИИСХ), Проза, Мера (Владимирский НИИСХ), Смуглянка, Экспромт, Золотоколоса, Колумбия, Чорнява, Кохана (Украина, ИФРиГ), Enola (Болгария), MV Piroshka, MV Vodri, MV Toldi (Венгрия),

Hadm. 25612-02, Tambor, Brilliant, Samurai, Zobel, Skagen (Германия), SG-S 110-03, SG-S 150-03 (Чехия) и др.

4. Сорты мягкой пшеницы краснодарской селекции дифференцированы на кластеры согласно типу устойчивости к возбудителям болезни. На долю сортов с практической устойчивостью (поражение менее 10%) приходится 1,94% от общего количества - Анка (двуручка) и Курс; слабо восприимчивые составляют 6,79%, средне восприимчивые – 15,53%, высоко восприимчивые – 75,74%. В кластер слабо восприимчивых со степенью поражения 11-25% входят Адель, Ахмат, Гурт и Стан.

5. За период 2007-2016 гг. на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях изучена устойчивость 1813 селекционных линий пшеницы мягкой, 2,6% из которых проявили высокую и практическую устойчивость к твёрдой головне. Лучшие из них 94-247a722Г2-14, 99-568a18, 01-366a163, 454-99к2-14, 445-99к3-5, 98-179a1-6, 3373h5, 3750h126, 5-98k40-9-8, 132к13-3, 99-01яв5, 5357h31, 2809к14, 2809к23, 00-300a58-70-2, 07-317a22 и др. Такие линии, как 98-179a1-6, 3750h126, 5-98k40-9-8, 132к13-3, 2809к14 стали сортами Айвина, Курс, Стан, Баграт, Анка и Ахмат.

6. Установлено, что в наибольшей мере твёрдой головнёй поражается вид *Triticum aestivum*, у которого 61,7% образцов относятся к сильно восприимчивым, устойчивых форм с поражением до 10% выявлено 3,3%, высокоустойчивых без признаков поражения – 0,7% от общего количества изученных.

7. Высота растений и скороспелость, а точнее дата колошения, не являются надёжными и стабильными механизмами защиты от твёрдой головни. Корреляционная связь между поражением твёрдой головнёй и высотой растений ( $r=0,02$ ;  $r=0,04$ ), скороспелостью ( $r=-0,04$ ;  $r=-0,17$ ) свидетельствуют о независимом наследовании каждого из селективируемых признаков, детерминированных разными генетическими системами. Их нельзя использовать в качестве морфологических маркеров для создания устойчивого исходного материала.

8. Устойчивость пшеницы к твёрдой головне в большинстве случаев доминантна, но может быть и рецессивной. Тип наследования зависит от генетической природы резистентности выбранного источника или донора. Среди 14 гибридов F<sub>1</sub> частичное доминирование устойчивости наблюдалось 6 раз, где устойчивыми родителями были Вита, Заря, Смуглянка, при этом второй родитель был восприимчивым; неполное доминирование – 1 раз. Промежуточное наследование выявлено у 5 гибридов с устойчивыми компонентами. Депрессию и гетерозис восприимчивости наблюдали по 1 разу.

9. С помощью гибридологического анализа установлено, что доноры устойчивости разного генетического происхождения имеют разные типы наследования. У сорта Вита резистентность обусловлена двумя доминантными комплементарными генами, у линии 220p2-1 обнаружено два рецессивных дубликатных гена, у сорта Смуглянка – по одному доминантному и рецессивному гену, с дубликатным взаимодействием.

10. На основе источников и доноров разного географического и генетического происхождения создан перспективный устойчивый исходный материал 1-04тг7-2, 1-04тг7-4, 10-07лтг3-1, 17-08тг17 (PI178383), 2-04тг9-4, 2-04тг9-5 (Экспромт), 9-07лтг1-1 (220p2-1, Заря) и др. Доноры рекомендованы для вовлечения в селекционные программы по созданию новых сортов пшеницы, способных, наряду с основными признаками и свойствами, предъявляемыми новым сортам, проявлять устойчивость к возбудителям твёрдой головни пшеницы.

11. В соавторстве создано 9 новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы и тритикале с различной степенью самозащиты от твёрдой головни, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам, 7 из которых внесены в Госреестр РФ селекционных достижений, допущенных к возделыванию в производстве: Круча (озимая твердая пшеница), Анка (пшеница мягкая двуручка), Доля, Адель, Уруп (озимая мягкая пшеница) и

Ярик (яровая тритикале). Изучаются в ГСИ сорт озимой тритикале Уллубий, сорт озимой мягкой пшеницы Насып и сорт яровой твёрдой пшеницы Ярина.

### **Предложения селекции и производству:**

1. Селекцию озимой пшеницы на устойчивость к твёрдой головне следует проводить с использованием искусственных инфекционных фонов, применяя для заражения семян популяцию, распространённую в зоне возделывания.

2. В качестве источников устойчивости к твёрдой головне рекомендуем образцы отечественной и зарубежной селекции: Заря, Самкрасс, Немчиновская 57, Московская 39, Московская 40, Орловская 241, Экспромт, Галина (Россия), Золотоколоса, Смуглянка (Украина), PI 178383 (США), Енола (Болгария), Виола, Скаген, SG-S 110-03 (Чехия), Торрильд, MV Pirooska (Венгрия), Бриллиант, Самурай, Цобель, Hadm 25612-01 (Германия). Линии, созданные нами 1-04 тг 7-2, 1-04 тг 7-4, 2-04 тг 9-4, 2-04 тг 9-5, 9-07 лтг 1-1, 10-07 лтг 3-1, 17-08 тг 17 и др. Сорты нашей селекции Курс и Анка.

3. Производству рекомендуем использовать сорта с разной степенью устойчивости к твёрдой головне: Курс, Анка, Гурт, Адель, Стан, Трио, Юка и Иришка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абеленцев, В.И. Азолсодержащие протравители семян зерновых и просовидных культур / В.И. Абеленцев, Л.С. Зиниша // Защита и карантин растений. – 2003. – №8. – С. 19-21.
2. Абеленцев, В.И. Эффективность протравителей семян / В.И. Абеленцев // Защита и карантин растений. – 2003. – №3. – С. 14-16.
3. Аблова, И.Б. Селекция сортов озимой пшеницы на устойчивость к твердой головне: состояние и перспективы / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков, Ю.Г. Левченко, А.П. Бойко // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ВНИИБЗР «Биологическая защита растений, как основа экологического земледелия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем». 21-24 сентября 2010 г. Краснодар 2010. – с. 627-629.
4. Аблова, И.Б. Твердая головня пшеницы в агрофитоценозах Краснодарского края / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ю.Г. Левченко // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. - Материалы 4 Международной научно-практической конференции. - Краснодар 2007. - с. 324-326.
5. Аблова, И.Б. Устойчивость озимой пшеницы и тритикале к твёрдой головне (*Tilletia caries* (DC) TUL.) / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков // Эволюция научных технологий в растениеводстве. Т.1. Пшеница. - Краснодар. – 2004. – с. 336-345.
6. Аблова, И.Б. Принципы, методы и результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков, В.Я. Ковтуненко, В.А. Филобок, Ж.Н. Худокормова, Л.М. Мохова, Т.И. Грицай, Ю.Г. Левченко, А.С. Тархов, С.В. Клевцова // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 48-66.

7. Алёхин, В.Т. Угроза эпифитотии нарастает / В.Т. Алехин, Т.В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2003. – №2. – С. 19-20.
8. Алфимов, В.А. Селекция пшеницы на устойчивость к твёрдой головне / В.А. Алфимов, Л.И. Шуровенкова, Ю.М. Пучков, Г.Д. Набоков // Пшеница и Тритикале, Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко». – 2001. – с.358-366.
9. Андреева, В.К. Борьба с болезнями начинается до сева / В.К. Андреева, С.П. Рябых // Защита и карантин растений. – 2002. – №2. – С. 28-29.
10. Анпилогов, М.З. Методы характеристики исходного материала на устойчивость к грибным заболеваниям и подбор пар для скрещивания / М.З. Анпилогов // - Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. 1958, Т.33. вып.1. – С.200-230.
11. Бабаянц, Л.Т. Возможность использования в селекции на групповую устойчивость линий озимой мягкой пшеницы, полученных в результате межвидовой гибридизации / Л.Т. Бабаянц, В.А. Палясный // Актуальные проблемы иммунитета и защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Международная научно-практическая конференция, Одесса, 11-14 сентября, 2007. – с. 21-22.
12. Бегунов И.И. Ресурсосберегающая технология защиты пшеницы от твёрдой головни (Рекомендации) / И.И. Бегунов, В.И. Терехов, Е.В. Стрелков, А.К. Злотников // – 2005. – 27 с.
13. Бегунов И.И. Эффективность протравителей для озимой пшеницы / И.И. Бегунов // Защита и карантин растений. – 2000. – №8. – С. 15-16.
14. Белан, И.А. Использование линий, полученных на основе отдалённой гибридизации, в селекции яровой пшеницы на устойчивость к листовым патогенам и продуктивность / И.А. Белан, В.А. Зыкин, Л.П. Россеева, Л.И. Лайкова, Л. Першина // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Вторая Всероссийская конференция. – Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября, 2008. – с.108-111.

15. Беспалова, Л.А. Сто лет без застоя: селекция на службе сельского хозяйства / Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, Ф.А. Колесников // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 14-31.
16. Билай, В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай, Р.И. Гвоздяк, И. Г. Скрипаль и др.; под ред. Билай В.И. // Справочник. – Киев: Наук. думка, 1988. – 552 с.
17. Боровик, А.Н. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Адель / А.Н. Боровик, Ю.Г. Левченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы V всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, Краснодар, 22-24 ноября, 2011 г., с. 76-77.
18. Боровик, А.Н. История и современное состояние селекции яровой твёрдой пшеницы на Кубани / А.Н. Боровик, Л.А. Беспалова, Н.С. Васильчук, С.Н. Гапонов // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 95-112.
19. Борггардт, А. И. Избранные труды по фитопатологии / Вступ. статья канд. с.-х. наук К. А. Жук; Ред. коллегия: д-р с.-х. наук М. С. Дунин (общая ред.) и др. – Москва : Сельхозгиз, 1961. – 216 с.
20. Будашкина, Е.Б. Использование пула генов *Triticum timopheevii* Zhuk. и молекулярно-генетических подходов в создании интрогрессивных линий мягкой пшеницы – доноров генов устойчивости к патогенам / Е.Б. Будашкина, Н.П. Калинина, Е.И. Гордеева, И.Н. Леонова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Вторая Всероссийская конференция. – Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября, 2008. – с.114-116.

21. Бузько В.Ю. Найденов А.С., Сидак П.В., Мироненко Д.Р. Изучение роли агроприемов в формировании патогенного комплекса озимой пшеницы. // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы V международной науч.-практ. конф. – Краснодар, 13-17 июня 2011 г. – С.63-66.
22. Вилкова, Н.А. Изменчивость и адаптивная микроэволюция насекомых-фитофагов в агнобиоценозах в связи с иммуногенетическими свойствами кормовых растений / Н.А.Вилкова, С.Р.Фасулати // Труды Русского энтомологического общества. – Т.72. – С-Пб., 2001. – с. 107-128.
23. Воронкова, А.А. Селекция пшеницы на устойчивость к ржавчине / А.А. Воронкова, Ю.М. Пучков. – Краснодарское книжное издательство. – 1977. – 56 с.
24. Гешеле, Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур / Э.Э. Гешеле //М-во сельск. хоз-ва СССР. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Всесоюз. селекц.-генет. ин-т. – Одесса, 1971. – 180 с.
25. Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э. Э. Гешеле. Издание 2. Москва – 1978г. – 208с.
26. Головнёвые заболевания пшеницы / Защита и карантин растений (обзор по трудам Пересыпкина В.Ф.и Наумова Н.А.) – 2001. - №1. – с. 49-51.
27. Горденко, В.И. Фитопатологическое состояние зерновых культур в Нижегородской области / В.И. Горденко, М.Ю. Мухина // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 124-126.
28. Горина, И.Н. Оценка качества протравливания семян карбоксинсодержащими препаратами / И.Н. Горина // Защита и карантин растений. – 2005. – №8. – С. 18-19.
29. Горленко, М.В. Жизнь растений. Грибы / М.В. Горленко. Т.2. – М.: Просвещение, 1976. – 479 с.



30. Грабовец, А.И. Озимая пшеница / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Монография. – Ростов-на-Дону, ООО «Издательство «Юг», 2007. – 600 с.
31. Давоян, Р.О. Использование цитогенетических методов создания исходного материала для селекции озимой мягкой пшеницы / Р.О. Давоян, И.В. Бебякина, Э.Р. Давоян, А.Н. Зинченко, Ю.С. Зубанова // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 164-171.
32. Давыдов, П.Н. Система государственных и внутрихозяйственных мероприятий по борьбе с головнёй / П.Н. Давыдов // Защита растений. – т. 8. - №3. – 1931. – с. 221-234.
33. Демидова, А.А. На повестке дня проблемы протравливания / А.А. Демидова // Защита и карантин растений. – 1999. – №11. – С. 44-45.
34. Долженко, В.И. Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве / В.И. Долженко, А.И. Силаев // Научно-практический журнал «Агро XXI». – 2010. - №7-9. – с. 3-5.
35. Дорофеев, В.Ф. Пшеницы мира: видовой состав, достижения селекции, современные проблемы и исходный материал / В.Ф. Дорофеев, М.М. Якубцинер, М.И. Руденко //Л.: Колос, Ленинградское отделение. – 1976. – 487 с.
36. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
37. Дубинина, Л.А. Проблема твёрдой головки в Украине / Л.А. Дубинина, В.Л. Барановская // Актуальные проблемы иммунитета и защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Международная научно-практическая конференция, Одесса, 11-14 сентября, 2007. – с. 16-17.

38. Евтушенко, М.Д. Імунітет рослин / М.Д. Евтушенко, М.П. Лісовий // Киев. - Наукова Думка, 2004. – 303 с.
39. Захаров, В.Г. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на возбудителей болезней в Ульяновской области / В.Г. Захаров, О.Д. Яковлева // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 2 (5). – С. 9-10.
40. Зеленева, Ю.В. Наследование признака устойчивости к возбудителю *Septoria tritici* Roberge et. Desm у сортов яровой пшеницы / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Вторая Всероссийская конференция. – Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября, 2008. – с.136-137.
41. Зеленева, Ю.В. Создание источников устойчивости яровой пшеницы к опасным болезням и вредителям в условиях Центрального Черноземья / Ю.В. Зеленева, В.В. Плахотник, В.П. Судникова, Ю.М. Денисова // Вопросы современной науки и практики. – 2015. – №3 (57). – с. 20-27.
42. Знаменский, В.И. Предпосевная обработка семян начинается с фитоэкспертизы / В.И. Знаменский // Защита и карантин растений. – 2003. – №2. – С. 22-23.
43. Иванов, В.И. За протравливание семян уже можно не агитировать / В.И. Иванов // Защита и карантин растений. – 2002. – №2. – С. 27-28.
44. Иванова, О.В. Изучение генофонда мировой коллекции пшеницы с целью выявления доноров устойчивости к болезням / О.В. Иванова, Т.С. Маркелова // Молодые ученые – агропромышленному комплексу Поволжья (материалы всероссийской научно-практической конференции, молодых ученых и специалистов, 24 февраля – 26 февраля 2010 г.). – 2010. – с. 58-61.
45. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков и др. // Краснодар, 2004. – 80 с.

46. Сорты пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков и др. // Краснодар, 2005. – 79 с.
47. Сорты пшеницы и тритикале КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, А.А. Романенко и др. // Краснодар, 2012. – 112 с.
48. Сорты пшеницы и тритикале КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, А.А. Романенко и др. // Краснодар, 2013. – 122 с.
49. Сорты пшеницы и тритикале КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова, А.А. Романенко и др. // Краснодар, 2015. – 128 с.
50. Сорты пшеницы и тритикале: каталог / ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко // А.А. Романенко и др. // Краснодар: ЭДВИ, 2017. – 164 с.
51. Калашников К.Я. Скрытые потери урожая зерна от головни // Вестн. с.-х. науки. 1959. - № 12. - С. 109-112.
52. Калашников К.Я. Головня зерновых культур. Библиотечка по защите растений. Ленинград, «Колос», 1971, 87с.
53. Каратыгин И.В. Возбудители головни зерновых культур / И.В. Каратыгин. Л: Наука, 1986. – 112 с.
54. Киреевкова, А.Е. Как мы защищаем зерновые от головнёвых болезней / А.Е. Киреевкова, Н.М. Гопало, Г.Б. Мальцева // Защита и карантин растений. – 2002. – №7. – С. – 19.
55. Ковалев, Н.В. Борьба с головнёй как государственная система / Н.В. Ковалев // Защита растений. – т. 8. - №3. – 1931. – с. 217-219.
56. Ковтуненко, В.Я. Достижения и направления селекции тритикале в ГНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / В.Я. Ковтуненко, В.В. Панченко, А.П. Калмыш, В.Б. Тимофеев, Л.Ф. Дудка // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 80-94.
57. Койшыбаев, М. Еще раз о протравливании семян / М. Койшыбаев // Защита и карантин растений. – 1996. – №9. – С. 10-11.

58. Койшыбаев, М. Протравливание семян зерновых культур в Казахстане / М. Койшыбаев // Защита и карантин растений. - 2000. - №1. - с. 14-16.
59. Койшыбаев, М. Фитопатологическая оценка озимой пшеницы к основным грибным болезням / М. Койшыбаев, А.И. Моргунов, А. Яхияуи, Ш.С. Рсалиев, М.А. Есимбекова, М.А. Жунусова // Эволюция научных технологий в растениеводстве. Краснодар, 2004. – с. 363-371.
60. Койшыбаев, М. Интегрированная защита зерновых культур от основных болезней в Казахстане / М. Койшыбаев // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 155-158.
61. Колесников, Ф.А. Купава – высокопродуктивный сорт озимой мягкой пшеницы лесостепного экотипа / Ф.А. Колесников, Т.И. Грицай, В.А. Алфимов, Л.П. Филобок // Сборник научных трудов, посвящённый 100-летию В.А. Невинных. – 2000. – с. 75-80.
62. Колесников, Ф.А. Результаты селекции среднезимостойких среднерослых сортов озимой мягкой пшеницы на основе селекционного материала Академика П.П. Лукьяненко / Ф.А. Колесников, Л.П. Филобок, Т.И. Грицай // Пшеница и Тритикале, Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко». – 2001. – с.72-89.
63. Колесников, Ф.А. Роль сорта Безостая 1 в селекции среднерослых среднезимостойких сортов озимой мягкой пшеницы в Краснодарском НИИСХ / Ф.А. Колесников, Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков, И.Н. Кудряшов, Н.М. Мартюк, Т.И. Грицай, Л.П. Филобок, Н.И. Лысак // Безостая 1 – 50 лет триумфа: сборник материалов международной конференции, посвящённой 50 летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостой 1. – Краснодар, 2005. – с. 85-94.
64. Колесников, Ф.А. Преимущество, направления и краткие результаты селекции среднерослых сортов пшеницы в институте в период 1974-

- 2013 г. / Ф.А. Колесников, Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Н.И. Лысак, Н.М. Кузилова // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «Эдви», 2014. – с. 34-47.
65. Коновалов, Ю.Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям / Ю.Б. Коновалов // М. Колос. – 1999. – с. 136.
66. Котикова, Г.Ш. Протравливание семян нет альтернативы / Г.Ш. Котикова, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 1998. – №1. – С. 24-25.
67. Красавина, Е.А. Головня: опасная тенденция сохраняется / Е.А. Красавина // Защита и карантин растений. – 1999. – №4. – С. 10-11.
68. Красавина, Е.А. Позаботимся о семенах / Е.А. Красавина // Защита и карантин растений. - 2001. - №2. - с. 14.
69. Кривченко, В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головнёвых болезней / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. – М.: Колос, 1984. – 304 с.
70. Лаптиев, А.Б. Состояние проблемы с головнёвыми инфекциями в ЦЧП России / А.Б. Лаптиев, Е.И. Велибекова, Е.Д. Чернышова // Вестник защиты растений. - 2006. - №1. - с. 46-49.
71. Лебедев, В.Б. Винцит против болезней пшеницы и ячменя / В.Б. Лебедев, В.И. Касатов, А.И. Силаев, Н.И. Мызникова // Защита и карантин растений. – 1998. – №1. – С. 26.
72. Лебедев, В.Б. Колфуго дуплет и болезни пшеницы / В.Б. Лебедев, Д.А. Юсупов, Л.М. Кудимова // Защита и карантин растений. – 2002. – №3. – С. 24.
73. Лебедев, В.Б. Эффективность Витавакса 200-ФФ против грибных болезней пшеницы в Нижнем Поволжье / В.Б. Лебедев, Д.А. Юсупов, Л.М. Кудимова // Агро XXI. – 2001. – №3. – С. 15.

74. Лукашина, С.Г. Головня озимой пшеницы на Кубани и выбор оптимального протравителя / С.Г. Лукашина, Н.Н. Остапенко, Э.И. Монастырская, В.Н. Орлов // Агро XXI. – 2001. – №9. – С. 10-11.
75. Лукьяненко, П.П. Методы и результаты селекции озимой пшеницы на Кубани / П.П. Лукьяненко. – Избранные труды. М.: Колос. – 1973. – с. 168-176.
76. Лукьяненко, П.П. Избранные труды. – М.: Агропромиздат, 1990. – 428 с. (классики отечественной сельскохозяйственной науки).
77. Лучная, И.С. Источники и доноры для селекции пшеницы озимой на устойчивость к болезням / И.С. Лучная, И.Н. Черняева, В.П. Петренкова, И.Ю. Боровская // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 171-174.
78. Лысов, А.К. Европейский Союз проявляет заботу о дальнейшем ограничении использования пестицидов / А.К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2010. - №4. – с. 16.
79. Маркелова, Т.С. Результаты селекции пшеницы на комплексную устойчивость к болезням / Т.С. Маркелова, М.Л. Веденева, Т.В. Кириллова // Вестник защиты растений. - №3. – 2003. – с. 25-30.
80. Мартынов, С.П. Генеалогический анализ устойчивости мягкой озимой пшеницы к твёрдой головне / С.П. Мартынов, Т.В. Добротворская, О.Д. Сорокин // Генетика растений. – 2004. – том 40. - №4. – с. 516-530.
81. Мережко, А.Ф. Проблема доноров в селекции растений / А.Ф. Мережко // Российская акад. с.-х. наук, Всероссийский науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. - Санкт-Петербург: ВИР, 1994. – 127с.
82. Методика селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. – Прага. – 1988. – 321 с.
83. Методическое пособие. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам / Головнёвые болезни

- зерновых культур // Кривченко В.И., Хохлова А.П. Москва – 2008. – с. 32-85.
84. Методические указания. Идентификация генов устойчивости пшеницы к ржавчинным заболеваниям. – Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. – 1986 г.
85. Методические указания по изучению головнеустойчивости зерновых колосовых культур / В.И. Кривченко, Д.В. Мягкова, А.Э. Жукова и др. – Л., 1987. – 110 с.
86. Монастырная, Э.И. Как бороться с головнёй в Краснодарском крае / Э.И. Монастырная, Э.А. Пикушева, И.И. Бегунов, А.Е. Киреевкова // Защита и карантин растений. - 1998. - №4. - с. 10-11.
87. Монастырная, Э.И. Колфуго дуплет против комплекса болезней озимой пшеницы и ячменя / Э.И. Монастырная, С.Г. Лукашина // Защита и карантин растений. – 2004. – №8. – С. 27-28.
88. Монастырная, Э.И. Проблема твёрдой головни озимой пшеницы в Краснодарском крае / Э.И. Монастырная, Н.Н. Остапенко, С.Г. Лукашина // Юбилейный выпуск, посвященный 100-летию со дня рождения академика М.И. Хаджинова. - 1999. - с. 127-129.
89. Мудрова, А.А. Селекция озимой твёрдой пшеницы на Кубани / А.А. Мудрова // КНИИСХ. – Краснодар, 2004. – 190 с. 9 рис., 65 табл.
90. Мурашкинский, К.Е. О влиянии мокрой головни на вегетацию пшеницы. – Труды Сибирского СХИ, 1925, т. 4. – с. 7-12.
91. Мурашкинский, К.Е. Болезни зерновых культур. сб. работ / Сиб. науч.-исслед. ин-т зернового хоз-ва, Ом. ин-т зерновых культур ; ред. К. Е. Мурашкинский. - Омск: 1932. – 80 с.
92. Мухина, М.Ю. Дифференцированный подход к протравливанию семян зерновых культур / М.Ю. Мухина // Защита и карантин растений. – 2005. – №8. – С. 19-20.

93. Неттевич, Э.Д. Проблема исходного материала на современном этапе селекции зерновых культур // Вестник с.-х.науки. – 1982. - №6. – с. 20-24.
94. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году, Минсельхоз РФ, ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр», Москва, 2013 г.
95. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году, Минсельхоз РФ, ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр», Москва, 2015 г.
96. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году, Минсельхоз РФ, ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр», Москва, 2016 г., 576 с.
97. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году, Минсельхоз РФ, ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр», Москва, 2017 г.
98. Павлова, В.В. Протравливание требует разумного подхода / В.В. Павлова // Защита и карантин растений. – 2006. – №8. – С. 40-43.
99. Павлова, В.В. Биологическая эффективность протравителей против головни / В.В. Павлова, В.А. Кожуховская // Защита и карантин растений. – 2000. – №1. – С.16-17.
100. Павлова, В.В. Протравители против головни зерновых культур / В.В. Павлова, В.А. Кожуховская // Защита и карантин растений. - 1999. - №8. - с. 16-18.
101. Павлова, В.В. Эффективность протравителей / В.В. Павлова, В.А. Кожуховская // Защита и карантин растений. – 1998. – №4. – С.32.



102. Павлова, В.В. Эффективность протравителей против головни яровых зерновых / В.В. Павлова, В.А. Кожуховская // Защита и карантин растений. – 2001. – №4. – С. 11-12.
103. Павлюшин, В.А. Проблемы современной защиты растений / В.А. Павлюшин // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 202-205.
104. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. - 480 с.
105. Пересыпкин, В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания / В.Ф. Пересыпкин, С.Л. Тютерев, Т.С. Баталова. - М.: Агропромиздат, 1991. - 272 с.
106. Петина, В.В. Как уберечь посевы от индийской головни пшеницы / В.В. Петина // Защита и карантин растений. – 2006. - №10. – с.31-32.
107. Пидопличко, Н.М. Грибная флора грубых кормов / Н.М. Пидопличко. Издательство Академии наук Украинской ССР. - Киев. - 1953. - 488 с.
108. Пикушова, Э.И. Эффективность защиты различных по устойчивости к болезням сортов озимой пшеницы / Э.И. Пикушова, В.С. Горьковенко, В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова, Л.А. Шадрина, И.И. Иващенко // Агро XXI. – 2001. – №7. – С. 5.
109. Позднякова, Н.Н. Современное состояние селекции устойчивых к болезням сортов зерновых колосовых культур / Н.Н. Позднякова, Н.Г. Аубекерова, Ш.С. Сулейманова // Современные методы защиты и сохранения биоразнообразия Кыргызстана (молекулярно-биологические, генетические) и создание базы данных о биоразнообразии. – 2010. – С. 151-155.
110. Пруцков, Ф.М. Озимая пшеница. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Колос, 1976. – 351 с.

111. Пшеница и её улучшение / Под редакцией М.М. Якубцинера, Н.П. Козминой, Л.Н. Любарского. Перевод с английского Н.А. Емельяновой, Н.М. Резниченко. – М.: Колос. – 1970. – 519 с.
112. Рассел, Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням / Г.Э. Рассел. - М., Колос. – 1982. – 421 с.
113. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2000 году и прогноз их появления в 2001 году, Краснодар, 2001 г.
114. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2005 году и прогноз их появления в 2006 году, Краснодар, 2006 г.
115. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2007 году и прогноз их появления в 2008 году, Краснодар, 2008 г.
116. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году, Краснодар, 2009 г.
117. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году, Краснодар, 2010 г.
118. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2010 году и прогноз их появления в 2011 году, Краснодар, 2011 г.
119. Распространение основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в 2011 году и прогноз их появления в 2012 году, Краснодар, 2012 г.
120. Рапопорт, И.А. Химический мутагенез в селекционных и генетических опытах / И.А. Рапопорт // Эффективность химических мутагенов в селекции. – М. – 1976. – с. 3-35.

121. Рапопорт, И.А. Определение частоты неизвестных ранее мутаций при опытах по химическому мутагенезу в селекции / И.А. Рапопорт // Химический мутагенез и создание сортов интенсивного типа. – М. – 1977. – с. 3-36.
122. Романенко, А.А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, И.Б. Аблова. – Краснодар: ЭДВИ. – 2005. – 220 с.
123. Санин, С.С. Контроль болезней сельскохозяйственных растений – важнейший фактор интенсификации растениеводства / С.С. Санин // Вестник защиты растений. – Санкт-Петербург – Пушкин. – 2010. – №1. – с.3-14.
124. Семынина, Т.В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т.В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2012. – №2. – С. 20-23.
125. Скрипка, О.В. Карликовая головня пшеницы / О.В. Скрипка // Защита и карантин растений. – 1998. - №6. – с.36-37.
126. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2011 год. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» №6, 2011 г. Москва, 2011.
127. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Том 3. Болезни полевых культур. София-Москва - 2003.
128. Страхов, Т.Д. Головня хлебных злаков и способы борьбы с нею / Т.Д. Страхов. Харьков, 1923.
129. Тернюк, И.Г. Изучение устойчивости сортов ячменя к пыльной головне / И.Г. Тернюк // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам - Вторая Всероссийская конференция. - С.-Пб., 29 сентября - 2 октября 2008 г. - 2008. - с. 178-179.
130. Тимофеев, В.Н. Особенности влияния протравителей и их смесей на патогенную микрофлору семян / В.Н. Тимофеев, Л.И. Гарбар // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы

- международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 262-264.
131. Тимошенкова, Т.А. Влияние грибных болезней на продуктивность разных экологических групп сортов яровой пшеницы и ячменя в степной зоне Южного Урала / Т.А. Тимошенкова // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – Материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2-4 октября 2013 г. – с. 264-267.
  132. Тютерев, С.Л. Совершенствование химического метода защиты сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции. - С.-Пб., 2000. - 2000. - 251 с.
  133. Тютерев, С.Л. Совершенствовать защиту сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции / С.Л. Тютерев // Защита и карантин растений. – 2000. – №2. – С. 14-16.
  134. Тютерев, С.Л. Роль и место физических методов обеззараживания семян/ С.Л. Тютерев // Защита и карантин растений. – 2001. – №2. – С. 15-17.
  135. Тютерев, С.Л. Эффективность и особенности применения протравителей на зерновых культурах/ С.Л. Тютерев, С.Д. Здрожевская // Защита и карантин растений. – 2001. – №8. – С. – 10-12.
  136. Тютерев, С.Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур / С.Л. Тютерев // Защита и карантин растений. – 2005. - №3. – 44 с.
  137. Филобок, В.А. Создание адаптированного генофонда альтернативного образа жизни мягкой пшеницы / В.А. Филобок, Е.А. Гуенкова, Л.А. Беспалова, В.А. Кошкин, Е.К. Потоккина // Зерновое хозяйство России. – 2016, №1. – с. 77-86.
  138. Хакимова, Н.В. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ к головнёвым болезням / Н.В. Хакимова, В.Г. Захаров // Конференция молодых ученых. – 2010. – с. 126.

139. Чекмарёв, В.В. Эффективность протравителей против твёрдой головни / В.В. Чекмарев // Защита и карантин растений. – 2012. – №8. – С. 27-28.
140. Чертова, Т.С. Современное состояние и перспективы использования источников и доноров устойчивости к вредителям и болезням / Т.С. Чертова // Защита и карантин растений. - 2010. - №5. - с. 66.
141. Чумаков, А.Е. Методика определения потерь урожая хлебных злаков от головни /7 Бил. ВНИИЗР. 1962. - № 7, – с. 77-80.
142. Шелепов, В.В. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / В.В. Шелепов, В.М. Маласай, А.Ф. Пензев, В.С. Кочмарский, А.В. Шелепов. –УААН. – г. Мироновка. – 2004. – 525 с.
143. Шелепов, В.В. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А, Вергунов, В.С. Кочмарский. – УААН. – г. Мироновка. – 2009. – 580 с.
144. Шкаликов, В.А. Головнёвые заболевания зерновых культур / В.А. Шкаликов // Защита и карантин растений. - 2002. - №1. - с. 37-39.
145. Шпаар, Д., Хартлеб Х., Шпанакакис А., Фишер Х., Крацш Г. Устойчивость сорта как составной элемент интегрированной защиты растений // Вестник защиты растений. – 2003. - №1. - с. 8-15.
146. Шпаар, Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) / Д. Шпаар, Х. Гинап, Д. Дрегер и др. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. – том 1. – 656 с.
147. Шуляковская, Л.Н. Протравливание семян на Кубани / Л.Н. Шуляковская // Защита и карантин растений. – 2004. – №2. – С. 23-24.
148. Явдощенко, М.П. І врожайні, І стійкі / М.П. Явдощенко // Захист рослин, 2003. - №1. – с. 9.
149. Ячевский, А.А. Болезни полевых растений / А.А. Ячевский // Сельхозгиз, Москва-Ленинград, – 1930. – 77 с.

150. Aggarwal, P. Characterization of bunt isolates collected from dry temperate zone of Himachal Pradesh / P. Aggrawal, A.K. Sood. – 2006. – vol. 59. – №3. – p. 41-48.
151. Agrios, George N. Plant Pathology / G.N. Agrios. – Fifth Edition. – Gardners Books, 2005. – Pages 948.
152. Babayants, L.T. Tilletia caries and Resistance of Wheat to this Pathogen in Ukraine / L.T. Babayants, O.V. Babayants, V.L. Baranovskaya and L.A. Dubinina // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2006. – 42. – p. 33-35.
153. Bartoś, P. Achievements and Prospects of Wheat Breeding for Disease Resistance / P. Bartoś, V. Šíp, J. Chrpová, J. Vacke, E. Stuchliková, V. Blažková, J. Šárová, A. Hanzalová // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2002. - №1. – p. 16-28.
154. Borgen, A. Makroskopische Blattsymptome der Infektion von Weizen durch Tilletia tritici / A. Borgen, L. Kristensen // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. – 2003. – №5. – s. 432–436.
155. Borgen, A. Effect of seed treatment with milk powder and mustard flour in control of common bunt (Tilletia tritici) in wheat and stem smut (Urocystis occulta) in rye / A. Borgen, L. Kristensen // Proceedings from BCPC Symposium No. 76. – 2001. – p. 101-107.
156. Borgen A. Screening wheat varieties for resistance with purified virulence races of common bunt (Tilletia caries) / A. Borgen // XIX International workshop on smuts and bunts. Book of abstracts. – May 3-6, 2016. – Izmir, Turkey. – pp. 27-28.
157. Bruyere, J. Recherche de solutions alternatives de protection des semences de ble contre la carie commune de ble (Tilletia sp.) // J. Bruyere, L. Fontaine, F. Rey. 4ème Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des Cultures. Evolution des cadres réglementaires européen et français. Nouveaux moyens et stratégies Innovantes, Nouveau Siècle, Lille, France, 8-10 mars 2011. – pp. 685-691.

158. Chrpová, J. Results of the Czech National Ring Tests of Disease Resistance in Wheat / J. Chrpová, V. Sip, P. Bartoš, A. Hanzalová, J. Palicova, L. Stockova, L. Cejka, I. Bizova, P. Laml, T. Novacek, P. Horcicka // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2012. – №4. – p. 189-199.
159. Chen, X.M. Methods for forecast of wheat and barley scab / X.M. Chen // Plant Protection. – 1986. – Vol. 12. – №10. p. 25-27.
160. Dressler, M. Strategien gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) im ökologischen Getreidebau. 60 /M. Dressler, B. Voit, P. Büttner, B. Killermann B. // Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 24-26 November 2009, Raumberg-Gumpenstein. 2010 pp. 115-120.
161. Dumalasová, V. Location of genes for common bunt resistance in the European winter wheat cv. Trintella / V. Dumalasova, J. Simmonds, P. Bartos, John Snape // Euphytica. – 2012. – v. 186(1) p. 257-264.
162. Dumalasová, V. Reaction of spring wheat cultivars to common bunt caused by *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *Tilletia laevis* (Kühn) / V. Dumalasová and P. Bartoš // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2007. – 43. – p. 82-86.
163. Dumalasová, V. Reaction of Wheat, Alternative Wheat and Triticale Cultivars to Common Bunt/ V. Dumalasova, P. Bartos // Plant Protection Science. - UZPI. – 2010. – v. 46 p. 14-20.
164. Dumalasová, V. Reaction of winter wheat cultivars to common bunt *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *T. laevis* Kuehn / V. Dumalasova, P. Bartos // Plant Protection Science. - UZPI. – 2007. – v. 43(4) p. 138-141.
165. Dumalasová, V. Remove from marked Records Wheat breeding for common and dwarf bunt resistance - marker assisted selection? / V. Dumalasová, P. Bartoš // 60. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs. – 2010. – p. 133-135.
166. Dumalasová, V. Wheat Reaction to Common Bunt in the Field and in the Greenhouse / V. Dumalasová and P. Bartoš // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2006. – 42. - p. 37-41.

167. Eibel, P. Detection of *Tilletia caries*, Causal Agent of Common Bunt of Wheat, by ELISA and PCR / P. Eibel, G. A. Wolf, E. Koch // *Journal of Phytopathology*. - 2005. – v.153. – p. 297-306.
168. Gaines, E.F. The inheritance of resistance to bunt or stinking smut of wheat / American Society of Agronomy in *Agronomy Journal*., 12, 1920. – p. 124-132.
169. Gaines, E.F. Genetics of bunt resistance in wheat /E.F. Gaines // *Agri Res. Journal*, 23, 1923, pp. 445-480.
170. Gao, L., *Folia Microbiol* /L. Gao, W.Q. Chen, T.G.Liu // 55(3), – 2010, p. 258–264.
171. Gao, L. An ISSR-based Approach for the Molecular Detection and Diagnosis of Dwarf Bunt of Wheat, Caused by *Tilletia controversa* Kühn / L. Gao, W. Chen, L. Taiguo // *Journal of Phytopathology*. – vol. 159. – 2011. – p. 155-158.
172. Goates, Blair J. Effect of biofumigation with volatiles from *Muscodor albus* on the viability of *Tilletia* spp. Teliospores / Blair J. Goates, J. Mercier // *Can. J. Microbiol*. – 2009. – vol. 55. – p. 203-206.
173. Gocho, H. Wheat breeding for scab resistance / H. Gocho // *Wheat Inf. Service*. 1985. – №60. – p. 41.
174. Guadet, D.A. Status of bunt resistance in western Canadian spring wheat and Triticale / D. A. Gaudet, B. J. Puchalski // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1989. - №3. – p. 797-804.
175. Guadet, D.A. Susceptibility and resistance in Canadian spring wheat cultivars to common bunt (*Tilletia tritici* and *T. laevis*) / D. A. Gaudet, B. J. Puchalski, G. C. Kozub, G. B' Schaalje // *Canadian Journal of Plant Science* . – 1993. – 73(4): pp. 1217-1224.
176. Heald, F.D. The relation of the spore load to the per cent of stinking smut appearing in the crop. / F.D. Heald// *Phytopath.*, 1921, v. 11, № 7. – p. 269-278.



177. Hertrich, J. Germination, vigour, field emergence and *Tilletia caries* infestation of diverse winter wheat seed qualities, artificial spore contamination and seed treatment in organic farming / J. Hertrich, B. Voit, B. Killermann // 60. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 24-26 November 2009, Raumberg-Gumpenstein. – 2010. – pp. 155-157.
178. Huber, K. Development of Methods for Bunt Resistance Breeding for Organic Farming / K. Huber, H. Buerstmayr // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2006. – 42. – p. 66-71.
179. Itty, M. Influenta unor factori de mediu asupra zultat ch test rii resistentsila Fuzarioza spiculuii (*Fusarium* sp.) in conditii de infesctie artificiala in cimp / M. Itty, V.V. Saulescu, Gh. Itty // Probl. Genet teor. Si apl. – 1990. – 22. - №1. – p. 9-18.
180. Jones, D. Arguments for a low risk of establishment of Karnal bunt disease of wheat in Europe / D. Jones // Plant Pathology Journal. – 2007. – p. 93-104.
181. Koshki, M. Mehrabi, Control of Wheat Common Bunt by Mustard Flour, *Trichoderma* Isolates and Biological Materials / M. Koshki Mehrabi, D. Zafari, B. Sharif Nabi // Journal of science and technology of agriculture and resources. – 2009. – vol. 13. - №47. – p. 741-748.
182. Laroche, A. Development of a PCR marker for rapid identification of the Bt-10 gene for common bunt resistance in wheat / A. Laroche, T. Demeke, D. Gaudet, B. Puchalski, M. Frick, R. McKenzie // Genome. – 2000. – 43(2). – p. 217-223.
183. Gao, L. An ISSR-based Approach for the Molecular Detection and Diagnosis of Dwarf Bunt of Wheat, Caused by *Tilletia controversa* Kühn / L. Gao, W. Chen, L. Taiguo // Journal of Phytopathology. – vol. 159. – 2011. – p. 155-158.
184. Liatukas, Ž. Winter wheat cultivars ‘Kovas DS’, ‘Zunda DS’, ‘Vikaras DS’, ‘Kaskada DS’ for high input farming: development and characterization / Ž. Liatukas, V. Ruzgas, K. Razbadauskienė, G. Brazauskas, R. Koppel // Žemdirbystė=Agriculture. – 2012. – vol. 99. - №3. – p. 255-264.

185. Liu, J.H., Development of a sequence-characterized amplified region marker for diagnosis of dwarf bunt of wheat and detection of *Tilletia controversa* Kuhn / L. Gao, T.G. Liu, W.Q. Chen // Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS), No 2, West Yuan Ming Yuan Road, Beijing 100193, China. - 2009. - p. 235-240.
186. Majewski, J. Common bunt resistance in Western Australian wheat varieties / J. Majewski, Shankar M., Loughman R. // *Agribusiness Crop Updates*. – 2011. №2. – pp. 81-85.
187. Mamluk, O.F. Bunts and smuts of wheat in North Africa and the Near East / O.F. Mamluk // *Euphytica*. – vol. 100. №1-3. – 1998. – p. 45-50.
188. Menzies, J.G. Common bunt resistance gene Bt10 located on wheat chromosome 6D / J. G. Menzies, R. E. Knox, Z. Popovic, and J. D. Procnier. – 2006. – pp. 1409-1412.
189. Müllner, A. E. Mapping bunt resistance in winter wheat / Almuth Elgise Müllner, Hermann Buerstmayr // XIX International workshop on smuts and bunts. Book of abstracts. – May 3-6, 2016. – Izmir, Turkey. – pp. 43-44.
190. Munzer, El-Naimi. Organic Seed-treatment as a Substitute for Chemical Seed-treatment to Control Common Bunt of Wheat / El-Naimi Munzer, Toubia-Rahme Hala, Mamluk F. Omar // *European Journal of Plant Pathology*. – 2000. – №5. – p. 433-437.
191. Nielsen, B. J. Strategies for avoiding seed-born disease / B. J. Nielsen In: *Conference Proceedings*. – 2003. – p. 75-79.
192. Oncică, F. Potentially new sources of genes for resistance to common bunt (*Tilletia* spp.) in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / Oncică, F., Săulescu N. // *Proc. Rom. Acad., Series B*. – 2008. – 1–2. – p. 97–100.
193. Ozdemir, F. Wheat production, distribution and variation of diseases, bunts and smuts in Turkey / F. Ozdemir // XIX International workshop on smuts and bunts. Book of abstracts. – May 3-6, 2016. – Izmir, Turkey. – pp. 5.
194. Raman Dhariwal. Identification and characterization of new sources of common bunt resistance in spring wheat / Dhariwal Raman, Randhawa S. Harpinder //

- XIX International workshop on smuts and bunts. Book of abstracts. – May 3-6, 2016. – Izmir, Turkey.
195. Röder, O. Die e-ventus Technologie – eine Innovation zur nachhaltigen Reduktion von Pflanzenschutzmitteln mit Empfehlung für Bio-Saatgut / O. Röder, M. Jahn, T. Schröder, M. Stahl, M. Kotte, S. Beuermann // Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. – 2009. – vol. 4. – p. 107-117.
  196. Ruzgas, V. Response of Lithuanian winter wheat advanced lines to common bunt (*Tilletia tritici* (Bjerk.) wint. / V. Ruzgas, Ž. Liatukas // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. – 2009. – vol. 63. – p. 51-56.
  197. Šip, V. Theoretical Bases and Sources for Breeding Wheat for Combined Disease Resistance / V. Šip, P. Bartos, J. Chrpová, A. Hanzalová, L. Širlová, J. Šárová, V. Dumalasova, L. Čejka, A. Hanisová, L. Bobková, I. Bizová, P. Horácička // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2005. – №4. – p. 127-143.
  198. Spiess, H. Bekaempfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologisch-dynamischen Landbau unter experimentellen und praktischen Bedingungen / H. Spiess, J. Dutschke // Control of wheat bunt (*Tilletia caries*) in biodynamic agriculture under experimental and practical conditions. – 1991. – №5. – p. 226-235.
  199. Szunics, L. Adatok a búzafajták kóüzszög fertözöttségéről / Ludmila Szunics, Laszlo Szunics // NÖVÈNYTERMELEÈS, 1990. – Tom. 32. No. 4.
  200. Veisz, O.B. Effect of common bunt on the frost resistance and winter hardiness of wheat (*Triticum aestivum* L.) lines containing Bt genes / O. Veisz, L. Szunics, L. Szunics // Euphytica. – v. 114. - №2. – 2000. – p. 159-164.
  201. Veisz, O.B. Effect of bunt infection on the frost resistance of wheat varieties and of lines containing Bt genes / O. B. Veisz, Lu. Szunics, L. Szunics // Plant Breeding. – vol. 116. – 1997.– p. 123-126.
  202. Veisz, O.B. Reduction in the frost resistance and winter hardiness of winter wheat varieties as the result of bunt infection / O.B. Veisz, Ludmila Szunics, Laszlo Szunics // NÖVÈNYTERMELEÈS, 1997. – Tom. 46. No. 2.

203. Winter, W. Weizenstienbrand: Bekämpfung mit Magermilchpulver / W. Winter, C. Rogger, I. Baenziger, H. Krebs, A. Rügger, P. Frei, D. Gindrat, L. Tamm // *Agrarforschung*. – 1997. – №4. – p. 153-156.
204. Wilcoxon, R.D. E.E. Saari. Bunt and Smut Diseases of Wheat. Mexico, CIMMYT, 1996, 66 p.
205. Woolman, T.M. Summary of literature on bunt or stinking smut of wheat / T.M. Woolman, H.B. Humphrey. – U.S.Dept. Agric.Bull., 1924. – 1210. – 44p.
206. Yolageldi, L. Effect of biological seed treatment with *Cylindrocarpon olidum* var. *olidum* on control of common bunt (*Tilletia laevis*) of wheat / L. Yolageldi, G. Turhan // *Phytoparasitica*. – 2005. - Volume 33, Issue 4, p. 327-333.
207. Qing, Y. Development of a PCR-based diagnostic tool specific to wheat dwarf bunt, caused by *Tilletia controversa* / Y. Qing, N. Siji, Y. Youping, M. Li, J. Cai, Z. Wang // *Euro Journal Plant Pathology*. – 2009. – vol. 124. – p. 585-594.
208. Zafer Mert. Determination of reactions of some Turkish bread wheat cultivars to common bunt in Ankara / Mert Zafer, Akan Kadir, Karagöz // XIX International workshop on smuts and bunts. Book of abstracts. – May 3-6, 2016. – Izmir, Turkey. – pp. 37-38.
209. Zhang, M. Identification of a specific SCAR marker for detection of *Tilletia foetida* (Wall) Liro pathogen of wheat / M. Zhang, W. Q. Chen, D. Liu, T.G. Liu, L. Gao, K. Shu // *Russian Journal of Genetics*. – vol. 48. – №6. – 2012. – p. 663-666.
210. Župunski, V. Incidence of *Tilletia* species in non-processed seed of *Triticum aestivum* in Vojvodina, Serbia / V. Župunski, R. Jevtić, D. Ignjatović-Micić, S. Stanković, J. Lević, D. Ivanović, A. Nikolić // *Seed Science and Technology*. – vol. 40. - №3. – 2012. – p. 320-332(13).
211. [http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Tritici/Tritici\\_Tilletia\\_caries/](http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Tritici/Tritici_Tilletia_caries/)
212. <http://agroflora.ru/tverdaya-golovnya-pshenicy/>
213. <http://agroflora.ru/selekcija-pshenicy-na-immunitet-protiv-boleznej/>

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1 – Объёмы тестирования сортов озимой мягкой пшеницы на устойчивость к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, г. Краснодар, 2008-2016 гг.

Год	Количество изученных сортов, шт.	Среднее количество колосьев в образце, шт.			Общее количество учтенных колосьев, шт.		
		больных	здоровых	всего	больных	здоровых	всего
2008	46	197	86	265	8861	3894	12755
2009	52	238	75	313	12414	3896	16310
2010	50	157	98	255	7868	4931	12799
2011	56	167	92	260	8817	4566	13383
2013	46	199	64	263	8450	3613	12063
2014	47	162	93	255	6451	4949	11400
2015	59	148	78	227	8753	4628	13381
2016	61	178	94	272	12104	6392	18496

Приложение 2 – Характеристика линий пшеницы и тритикале по устойчивости к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, г. Краснодар, 2007 г.

№	Линия	Больных, шт.	Здоровых, шт.	Всего, шт.	Степень поражения, %
1	Л.252-91 к 11-2 г 8	77	156	233	33,0
2	Л.115 кг 1	227	119	346	65,6
3	Л.172-97 к11-1	260	120	380	68,4
4	Л.514-94 к 2-4-9	308	44	352	87,5
5	Л.84-98 к 2-5	56	260	316	17,7
6	Л.280-97 к 7-3	331	81	412	80,3
7	Л.4-98 к 1-4	432	130	562	76,9
8	Л.454-99 к 2	53	241	294	18,0
9	Л.2935 к 11-1	295	126	421	70,1
10	Л.221-94 к 9-8	245	76	321	76,3
11	Л.221-94 к 13-8	246	171	417	59,0
12	Л.106-99 кг 4	236	111	347	68,0
13	Л.182-97 к 1-8	298	159	457	65,2
14	Л.182-97 к 1-20	254	54	308	82,5
15	Л.164-98 к 4-8	152	148	300	50,7
16	Л.286-99 к 6	404	42	446	90,6
17	Л.48-99 к 2	239	116	355	67,3
18	Л.35-96 к 2-5	118	178	296	39,9
19	Л.35-96 к 2-11	220	150	370	59,5
20	Л.241-96 к 2-4	241	146	387	62,3
21	Л.91-92 к 24-10-13-1	316	94	410	77,1
22	Л.369-93 к 4-4-1-2	380	75	455	83,5
23	Л.221-97 к 13-2	280	118	398	70,4
24	Л.221-97 к 13-9	243	101	344	70,6
25	Л.328-97 к 1-3	223	72	295	75,6
26	Л.328-97 к 1-4	271	56	327	82,9
27	Л.328-97 к 1-5	154	99	253	60,9
28	Л.19-97 к 9-1	247	92	339	72,9
29	Л.291-96 к 2-2-4	207	104	311	66,6
30	Л.291-96 к 2-2-9	266	102	368	72,3
31	Л.291-96 к 2-2-10	240	100	340	70,6
32	Л.291-96 к 2-2-11	236	142	378	62,4
33	Л.28-92 к 26-3	255	169	424	60,1
34	Л.28-92 к 26-5	260	215	475	54,7
35	Л.28-92 к 26-7	272	228	500	54,4
36	Л.28-92 к 26-9	320	162	482	66,4

37	Л.28-92 к 26-12	209	185	394	53,0
38	Л.33-98 к 2-1	308	83	391	78,8
39	Л.184-98 к 2-2	136	23	159	85,5
40	Л.195-98 к 5-3	430	72	502	85,7
41	Л.273-98 к 2-1	98	198	296	33,1
42	Л..297-98 к 1-2	223	36	259	86,1
43	Л..297-98 к 1-9	280	60	340	82,4
44	Л.297-98 к 1-11	237	103	340	69,7
45	Л.6-98 к 306	208	95	303	68,6
46	Э.78 к 9	132	87	219	60,3
47	Л.766 к 19	202	130	332	60,8
48	Л.472 к 11	70	81	151	46,4
49	Э.486 к 8	116	85	201	57,7
50	Э.483 к 3	310	40	350	88,6
51	Л.484 к 4	210	72	282	74,5
52	Л.494 к 4	178	92	270	65,9
53	Л.494 к 5	222	108	330	67,3
54	Л.494 к 11	91	137	228	39,9
55	Л.609 к 2	240	94	334	71,9
56	Л.655 к 7	261	99	360	72,5
57	Л.166 к 1	220	80	300	73,3
58	Б-1-3	224	76	300	74,7
59	Л.221-97 к 5-4	210	50	260	80,8
60	Л.439-94 к 3 Г 5	233	5	238	97,9
61	Л 1120 як 16-2	67	160	227	29,5
62	Л 1120 як 16-3	136	104	240	56,7
63	Л 1120 як 16-5	302	86	388	77,8
64	Л 1120 як 16-6	139	200	339	41,0
65	Л 1120 як 16-9	114	79	193	59,1
66	Л 1120 як 16-26	375	52	427	87,8
67	Л 1120 я 16-9-19	172	87	259	66,4
68	Л 1120 я 16-9-24	132	60	192	68,8
69	Л 1120 я 16-33-1	365	69	434	84,1
70	Л 1120 я 16-33-7	216	53	269	80,3
71	Л 1120 я 16 к 7	226	85	311	72,7
72	Л 1120 я 16к19	149	144	293	50,9
73	Л 1120 я 16к21	110	207	317	34,7
74	Л 1120 я 16к27	258	94	352	73,3
75	Л 1341 я 18	270	110	380	71,1
76	л 1614 я 2	305	100	405	75,3
77	Л 1386 я 14-4	75	275	350	21,4
78	Л 1386 я 14-6	338	92	430	78,6
79	Л 1386 я 14-2	192	158	350	54,9



80	Л. 1583 я 9	230	91	321	71,7
81	Л. 99-3-5 я 1	120	146	266	45,1
82	Л.1120я16к12	426	118	544	78,3
83	2136н153	22	124	146	15,1
84	2242н42	6	170	176	3,4
85	2148н26	18	148	166	10,8
86	2196н44	37	113	150	24,7
87	2230н90	6	128	134	4,5
88	2260н141	20	152	172	11,6
89	2011н159	11	120	131	8,4
90	2074н338	5	208	213	2,3
91	2061н272	51	170	221	23,1
92	2111н156	13	48	61	21,3
93	2120н162	31	84	115	27,0
94	2134н403	8	180	188	4,3
95	2196н63	44	184	228	19,3
96	2218н109	10	78	88	11,4
97	2236н95	8	114	122	6,6
98	2238н136	20	97	117	17,1
99	2249н91	15	167	182	8,2
100	2275н75	0	96	96	0,0
101	2281н32	6	99	105	5,7
102	1 h 185	83	144	227	36,6
103	1h 353 Г 1	52	218	270	19,3
104	745 hГ 2Г3	288	147	435	66,2
105	3085 h 46	45	224	269	16,7
106	714 hГ 13	306	62	368	83,2
107	714 hГ 13Г 1	291	87	378	77,0
108	9407 h 85-39	225	128	353	63,7
109	206 hГ 2 Г 1	274	48	322	85,1
110	276 h 143-21	84	92	176	47,7
111	228 h 177-33	112	92	204	54,9
112	228 h 177-21	265	82	347	76,4
113	228 h 177-41	215	92	307	70,0
114	2173 h 69	230	134	364	63,2
115	2173 h 36	178	93	271	65,7
116	2169 h 14	106	213	319	33,2
117	2794 h 114	328	75	403	81,4
118	3015 h 11	105	255	360	29,2
119	2865 h 13	200	174	374	53,5
120	2638 h 46	196	181	377	52,0
121	2638 h 51	202	228	430	47,0
122	2640 h 76	228	145	373	61,1

123	2640 h 79	188	175	363	51,8
124	363 h 117-2	230	131	361	63,7
125	363 h 117-3	302	119	421	71,7
126	1678 h 86-5	279	12	291	95,9
127	1830 h 36-24	277	71	348	79,6
128	6568 h 222-190	355	124	479	74,1
129	3199 h 21	416	100	516	80,6
130	3220 h 32	66	206	272	24,3
131	3220 h 45	113	132	245	46,1
132	3218 h 13	345	101	446	77,4
133	3218 h 24	198	95	293	67,6
134	1990 h 102	212	130	342	62,0
135	2095 h 157	191	100	291	65,6
136	2095 h 216	285	113	398	71,6
137	2095 h 236	221	118	339	65,2
138	6568 h 209-75	269	135	404	66,6
139	1159 h 31-1	220	128	348	63,2
140	289 hГ 1-5	109	173	282	38,7
141	714 hГ 12 Г 1	215	84	299	71,9
142	9838 hГ 15 Г 22	172	98	270	63,7
143	9100 h 564 Г 1	262	66	328	79,9
144	98-383ar2-9	225	105	330	68,2
145	98-280ar3	170	85	255	66,7
146	90-389ar153-6-4	180	115	295	61,0
147	98-189a1-16	176	62	238	73,9
148	98-189a4-23	135	111	246	54,9
149	98-189a98-3	135	102	237	57,0
150	98-189a214-6	185	87	272	68,0
151	98-189a311	220	82	302	72,8
152	96-192a74-33	95	82	177	53,7
153	96-192a74-41	84	96	180	46,7
154	99-568a153	36	172	208	17,3
155	99-568a188	202	69	271	74,5
156	91-205a2-4-268-24	180	146	326	55,2
157	96-200a69-4	133	114	247	53,8
158	99-511ar5	177	119	296	59,8
159	Л. 99-511a 22	192	102	294	65,3
160	Л. 94-247a722 Г 2-14	19	324	343	5,5
161	Л. 94-247a722 Г см 4+6+7+8 Г 2	21	268	289	7,3
162	98-314ar1-4	124	70	194	63,9
163	90-267a15-5-1	76	84	160	47,5
164	93-16a1-20	152	82	234	65,0

165	94-247a722-7-8	14	239	253	5,5
166	Л. 99-511a Г 13	155	99	254	61,0
167	Л. 99-511a Г 16	182	120	302	60,3
168	98-179a1-8	26	137	163	16,0
169	98-189a214-2	214	94	308	69,5
170	98-194a294-4	49	195	244	20,1
171	98-332a5	64	112	176	36,4
172	99-588a18	20	285	305	6,6
173	99-588a181	130	66	196	66,3
174	99-803a1	86	122	208	41,3
175	01-10a348	30	204	234	12,8
176	00-27a321-3	50	184	234	21,4
177	00-300a3	246	67	313	78,6
178	00-300a10	203	94	297	68,4
179	00-300a43	133	74	207	64,3
180	01-10a142-10	50	149	199	25,1
181	01-44a161	192	64	256	75,0
182	01-47a10	263	119	382	68,8
183	01-150a9	105	161	266	39,5
184	01-150a44	232	110	342	67,8
185	01-366a163	26	244	270	9,6
186	02-269a35	88	332	420	21,0
187	02-277a60	253	106	359	70,5
188	00-298a154-13	248	89	337	73,6
189	00-298a154-15	242	86	328	73,8
190	00-298a154-30	168	88	256	65,6
191	02-446a29	240	65	305	78,7
192	02-448a37	244	82	326	74,8
193	1-25-2	344	86	430	80,0
194	2293 R12	239	95	334	71,6
195	2293 R17	235	121	356	66,0
196	2293 R34b	240	81	321	74,8
197	2293 R39b	167	107	274	60,9
198	2293 R56b	185	84	269	68,8
199	X -11-11	194	105	299	64,9
200	25 - 140 - 9 - 4	270	89	359	75,2
201	25 - 140 - 9 - 29	210	80	290	72,4
202	25 - 140 - 9 - 34	288	92	380	75,8
203	25 - 140 - 9 - 42	107	82	189	56,6
204	25 - 140 - 9 - 67	186	69	255	72,9
205	25 - 140 - 9 - 71	244	35	279	87,5
206	25 - 140 - 9 - 76	298	41	339	87,9
207	25 - 140 - 9 - 89	248	130	378	65,6

208	25 - 140 - 9 - 92	98	48	146	67,1
209	25 - 140 - 9 - 97	188	144	332	56,6
210	5-125-1-17	407	71	478	85,1
211	5-125-1-18	508	55	563	90,2
212	5-125-1-20	268	165	433	61,9
213	Э 1334-3	195	186	381	51,2
214	Э 1334-4	114	160	274	41,6
215	Бз 6-2	122	147	269	45,4
216	25-38-1	55	209	264	20,8
217	25-38-1М	68	214	282	24,1
218	97-65Т48	0	100	100	0,0
219	97-67Т70	0	100	100	0,0
220	97-67Т70-45	0	100	100	0,0
221	97-114Т5	0	100	100	0,0
222	98-191Т22	4	164	168	2,4
223	97-48Т71	9	85	94	9,6
224	99-357Т12	0	100	100	0,0
225	0-257Т35	0	100	100	0,0
226	0-266Т14	0	100	100	0,0
227	87-217Т11-21-41П	0	100	100	0,0
228	93-103Т38-12-19	0	100	100	0,0
229	01-155Т37	0	100	100	0,0
230	01-184Т14	2	196	198	1,0
231	01-192Т20	0	100	100	0,0
232	01-196Т74	0	100	100	0,0
233	0-113Т12	8	271	279	2,9
234	0-138Т15	0	100	100	0,0
235	93-257Т45-13-26	0	100	100	0,0
236	97-100Т34-9	0	100	100	0,0
237	98-190Т71	0	100	100	0,0
238	0-29Т11	0	100	100	0,0
239	93-330Т3	0	100	100	0,0
240	95-29Т68-5	39	167	206	18,9
241	91-9Т11	152	125	277	54,9
242	96-12Т6	125	138	263	47,5
243	96-12Т40-2	152	111	263	57,8
244	99-9Т2	178	125	303	58,7
245	99-99Т3	190	106	296	64,2
246	01-28Т1	144	126	270	53,3
247	01-28Т32	135	120	255	52,9
248	01-29Т14	88	128	216	40,7
249	01-44Т21	202	77	279	72,4
250	01-49Т11	102	120	222	45,9

251	01-63Т22	204	113	317	64,4
252	96-12Т40-5	140	123	263	53,2
253	96-12Т40-21	274	75	349	78,5
254	94-5Т15-42	114	116	230	49,6
255	99-36Т51	380	71	451	84,3
	Память, инд.	208	58	266	78,2
	НСР <sub>05</sub>				5,09

Приложение 3 – Объёмы тестирования линий озимой мягкой пшеницы на устойчивость к твёрдой головне, искусственный инфекционный фон, г. Краснодар, 2008-2016 гг.

Год	Количество изученных линий, шт.	Среднее количество колосьев в образце, шт.			Общее количество учтенных колосьев, шт.		
		больных	здоровых	всего	больных	здоровых	всего
2008	297	258	54	312	37875	29888	67763
2009	281	149	126	274	43254	36824	80078
2010	218	95	113	208	20659	24625	45284
2011	226	118	106	224	26655	24030	50685
2013	310	178	87	265	55133	27104	82237
2014	295	147	100	247	43096	29538	72634
2015	279	144	120	264	40107	33631	73738
2016	284	194	93	287	44761	34901	79662

